

archives internationales d'Histoire des Sciences

Revue trimestrielle
publiée par la Division d'Histoire des Sciences
de l'Union Internationale
d'Histoire et de Philosophie des Sciences
et avec le concours financier de l'UNESCO



Jean ITARD : L'Angle de contingence chez Borelli (Commentaire du livre V des Coniques d'Apollonius).

Alexandre KOYRÉ : Études newtoniennes, III : Attraction, Newton and Cotes.

J. A. FEDOSEYEV : Development of Hydrology of Continents in Russia. Brief survey.

EIKOH MA : The Impact of Western Medicine on Japan. Memoirs of a Pioneer, Sugita Gempaku, 1733-1817 (Part II)

NOTES et DOCUMENTS.

L. A. GEDDES et H. F. HOFF, A. THOM, Tadeus PRZYPKOWSKI, Djordje NIKOLIC, D. Justin SCHOVE.

INFORMATIONS.

BIBLIOGRAPHIE CRITIQUE.



DÉPOSITAIRE :

HERMANN

115, Bd Saint-Germain
Paris-6°

Conseil de Direction :

Vasco RONCHI, *Président de la Division d'Histoire des Sciences de l'U. I. H. P. S.*

Henry GUERLAC, *Président de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences.*

Alexandre KOYRÉ, *Secrétaire perpétuel de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences.*

Comité de Rédaction :

R. ALMAGIA (Roma)

A. CORTESAO (Coimbra)

M. DAUMAS (Paris)

N. A. FIGOUROVSKI (Moscou)

R. J. FORBES (Amsterdam)

D. McKIE (London)

R. H. SHRYOCK (Philadelphia)

Q. VETTER (Praha)

E. WICKERSHEIMER (Strasbourg)

Rédaction :

Pierre COSTABEL (Paris), *rédacteur en chef*;

Friedrich KLEMM (München); H. D. ROLLER (Norman);

W. A. SMEATON (London).

Toute la correspondance et les ouvrages envoyés pour compte-rendu doivent être adressés aux **Archives internationales d'histoire des sciences**, 12, rue Colbert, Paris 2^e.



ADMINISTRATION :

Secrétaire Administratif : Suzanne COLNORT-BODET.

Abonnement annuel : 6 dollars ou 30 n. f. français.

Membres des groupes nationaux de l'U. I. H. P. S. : \$ 3,80 ou 19 n. f. français. (Ces abonnements doivent être transmis par les Groupes nationaux aux *Archives internationales d'histoire des sciences*, 12, rue Colbert, Paris-2^e, par virement postal : Paris 12.680.63, ou par virement bancaire payable à Paris).

Tous les abonnements prennent date au 1^{er} janvier de l'année en cours. Le numéro simple : \$ 1,80 ou 9 n. f. français, le numéro double : \$ 3,60 ou 18 n. f. français.

L'angle de contingence chez Borelli

Commentaire du livre V des Coniques d'Apollonius

I. — INTRODUCTION HISTORIQUE

La tradition du traité des Coniques d'Apollonius est un exemple typique du caractère aléatoire de toute transmission séculaire, orale ou écrite.

Un manuscrit du XIII^e siècle donnant, avec des interpolations ultérieures, le texte édité au VI^e siècle par Eutocius fut apporté en Italie en 1427. C'est sur ce manuscrit que Memmo prépara sa traduction latine éditée après sa mort, à Venise, en 1537. Commandin fit la sienne, éditée à Bologne en 1566, sur des copies de cet archétype.

Le manuscrit ne comprend que les quatre premiers livres. Maurolico s'efforça pour sa part de corriger l'édition très imparfaite de Memmo :

« J. B. Memmo a traduit depuis peu quatre livres des Coniques, tombant par hasard sur un exemplaire où il ne put lire certains passages, qu'il omit. Souvent il modifia le sens en suivant trop le mot à mot, d'où l'on voit qu'il traduisit ce qu'il ne pouvait pas comprendre. Cela n'a rien d'étonnant et Georges Valla fit la même chose dans ses traductions d'ouvrages géométriques. Ils sont rares en effet ceux qui possèdent bien cette partie de la philosophie.

« L'incurie de l'imprimeur a aussi ajouté plusieurs erreurs à celles de Memmo, en particulier dans les figures, où l'auteur lui-même aurait eu du mal à corriger son œuvre. On peut imaginer alors combien nous avons pu peiner pour restaurer l'œuvre d'Apollonius. Les érudits pourront juger aussi combien nous avons apporté de démonstrations plus simples et combien nous avons ajouté de propositions et de figures nécessaires. Bien que je n'aie pas vu les quatre derniers livres, en m'aidant de ce qu'en dit l'auteur dans sa lettre à Eudème, j'ai conjecturé ce qu'ils pouvaient contenir, et j'ai forgé de moi-même des théorèmes relatifs aux livres V et VI » (1).

(1) « Transtulit nuper quatuor conicorum libellos Jo. Bapt. Memmius omisit : nonnumquam verbum pro verbo legens sensum mutaverit. Unde caducum adeo nactus exemplar ut alicubi particulas, quæ legi nequebant,

Ce travail de Maurolico ne fut édité que très tardivement, à Messine, en 1654, grâce à Borelli, semble-t-il (2).

Viviani, dans sa divination du cinquième livre des Coniques, publiée en 1659, donne un résumé de cet ouvrage.

Cependant un manuscrit arabe contenant une paraphrase des sept premiers livres des Coniques par Abulphath d'Ispahan (fin du x^e siècle) (3) était apporté à Rome en 1578 par le patriarche d'Antioche, Ignace Nahème (4). Offert au Cardinal Ferdinand de Médicis, celui-ci le confia à l'orientaliste Raimondi, mort en 1614. Raimondi, ou quelque autre, écrivit sur le manuscrit : Otto libri de Conici d'Apollonio del Patriarca (5).

Par ailleurs l'orientaliste et mathématicien Jacques Golius se rendit vers 1625 au Levant afin de recueillir de nouveaux trésors pour le compte des curateurs de l'Université de Leyde. Il était de retour en 1629 et ramenait entre autres un manuscrit qui lui avait été remis en Orient par Leleu de Wilhem (6), contenant non plus

constat ipsum ea, quæ non intellexerit, transtulisse : nec mirum est, cum idem fecerit Georgius Valla in transferendis quibusdam geometrarum traditionibus : adeo rari sunt qui hanc philosophiæ partem optime teneant.

« Accessit autem Memnii erroribus impressoris incuria, præsertim in lineamentis, ut nec ipsi quidem auctori facile fuisset opus suum corrigere : Hinc colligi potest quantum nos in Apollonii conicis instaurandis sudaverimus. Sed et quanto faciliores præstiterimus demonstrationes, quam necessarias propositiones et figuras adjecimus, judicabunt eruditi viri. Quatuor reliquos Apollonii libellos nondum vidi, verum ex auctoritis ad Eudemum scribendis epistola conjecturam faciens quod illi continerent, per memetipsum theoremata quædam ad quintum et sextum spectantia contexui ». *Bulletino di bibliografia e di Storia delle scienze matematiche e fisiche (Bulletin Boncompagni)*, t. IX (1876), p. 28 (Scritti inediti di Francesco Maurolico).

(2) Francisci Maurolyci Messanensis, emendatio, et restitutio conicorum Apollonii Pergæi Nunc primum typis excusæ, ubi primi quatuor ejusdem Apollonii libri mendis, quibus foedè scatebant, expurgantur novisque interdum demonstrationibus illustrantur : quintus verò, sextusque liber, quorum tituli dumtaxat habebantur, maximo labore, summaque industria denuo restituntur. Ad illustrissimum senatum Messanensem. Messanæ, Typis Hæredum Petri Breæ. M DCLIII. Superiorem Permissu. (in-4°, 196 p.).

(3) Aldo MIELI, *La Science arabe*, Leiden 1938, page 108 : Abû al-Fath Mahmûd b. Muhammad b. Qâsim Ibn Fadl al-Isfahânî.

(4) Correspondance du Père Marin Mersenne, t. I, p. 472.

(5) BORELLI, préface à l'édition des Coniques de 1661 :

Illius pretiosissimæ bibliothecæ orientalis, quam Serenissimo Ferdinando Primo gratitudinis ergo reliquerat Ignatius Neama Patriarcha Antiochensis libellum nitidissimè Arabicè scriptum mihi ostenderat Serenissimus Princeps Leopoldus Musarum decus, et gloria, nostrique sæculi lumen eruditum. Codici inscripserat Raimundus, sive quis alius : Otto libri de Conici d'Apollonio del Patriarca.

(6) Correspondance du Père Mersenne, t. II, p. 272.

une simple paraphrase, mais une traduction arabe littérale et complète des sept premiers livres des Coniques (le huitième est perdu jusqu'à ce jour, contrairement à la note présumée de Raimondi sur le manuscrit de Florence). Ce nouveau manuscrit contient la traduction de Tâbit ben Qurra (835-900), corrigée en 1260 par Nasir-al-Din-al-Tussy (1201-1274).

Signalons encore, pour mémoire, le manuscrit acquis en 1641 par Ravius qui lui servit à publier un médiocre abrégé latin des livres V, VI et VII (1669).

Durant tout le *xvii*^e siècle, l'existence des deux manuscrits de Florence et de Leyde était bien connue des lettrés et soulevait beaucoup d'intérêt. On s'en rend aisément compte en parcourant les correspondances scientifiques. Sans faire un relevé exhaustif, donnons un ou deux passages caractéristiques. Michelangelo Ricci écrit de Rome à Toricelli, le 26 février 1645 :

« J'ai été prié par un certain Monsieur Abram Armeno, très versé en langue arabe, de vous faire connaître son intention de traduire la suite des Coniques d'Apollonius que l'on dit conservée dans la Bibliothèque des Médicis. Il a entendu dire par M. Lucas Holstein que Son Altesse propose une forte somme à qui mènera à bonne fin la traduction de cette œuvre, mais lui, qui ne travaille que pour l'honneur, s'intéresse peu à une si grosse récompense. Il estime (avec raison) ne pas mieux pouvoir employer sa science, ni ne pouvoir trouver plus solide base à la perpétuation de son nom, que d'agir ainsi. Cette œuvre sera d'autre part très estimée, dit-il, des géomètres, dont il connaît et aime le plus grand nombre. Peut-être ne vous sera-t-il pas difficile de conduire ce vœu à bonne fin, d'autant qu'il est conforme au désir de son Altesse et qu'il concourt à l'honneur de cette bibliothèque d'où l'on dira être sortie une œuvre tant attendue de nos aînés et de nos contemporains. Si l'on tarde trop longtemps il ne manquera pas d'aventure quelque ultramontain diligent qui entreprendra de traduire le texte arabe de Hollande, enlevant à l'Italie cette gloire qu'elle aurait pu conquérir sans frais et sans difficulté aucune » (7).

(7) « Sono stato pregato da un certo Sig. Abram Armeno peritissimo della Lingua arabica di significare a V. S. la sua intenzione che saria di tradurre il rimanente de' Conici d'Apollonio, che in cotesta Libreria Medicea s'intende conservarsi. Ha sentito riferire dal Sig. Luca Holstenio, che sua Altezza propone una somma grossissima di denari a chi felicemente compirà l'impresa d'interpretargli, ma esso, che il solo onore ha per fine, poco cura di premio così dovizioso di denari. Stima (e con

Ricci, s'il avait bien connu ce qui se passait chez les Ultramontains, n'aurait pas eu beaucoup à s'émouvoir.

Golius avait donné, pour Mydorge, à Mersenne, et par l'intermédiaire de Gassendi, le 29 janvier 1630 quelques aperçus sur le début du livre VI et sa préface. Il lui communiquait une traduction latine de cette préface, des deux définitions des coniques égales et des coniques semblables, des énoncés de la première et de la dernière proposition. Il donnait aussi la traduction de quelques phrases du début du livre VII.

Mydorge indiquait alors, en marge de cette lettre, en face de la dernière proposition du livre VI que cela faisait partie de ce qu'il exposait aux livres trois et quatre sur les coniques égales et semblables, d'une façon plus générale et meilleure. Il estimait qu'il n'y avait pas là le travail d'Apollonius lui-même, mais plutôt quelque contrefaçon arabe (8).

Mersenne ayant rapporté ces appréciations dans sa *Synopsis Mathematicæ*, Borelli relève avec quelque raison ce genre de raisonnement historique un peu trop cavalier (9).

Il serait fort intéressant de savoir dans quelle mesure Golius fit connaître aux uns ou aux autres le contenu de son manuscrit. Il n'en entreprenait cependant pas la traduction. Mersenne écrit à Rivet le 23 mai 1638 pour en demander le prêt afin d'en faire faire une copie (il sert ici comme souvent d'intermédiaire), car l'espoir de le voir traduit diminue. Rivet ne lui avait-il pas écrit le 29 avril :

ragione) di non poter più fruttuosamente impiegare il suo studio, nè di poter ritrovare più salda base alla perpetuità del suo nome di questo, che inoltre sarà estremamente gradito, dice egli, da' Geometri, la maggior parte de' quali esso conosce, et ama. Forse a V.S. non sarà difficile il condur a buon fine quanto si desidera, giacchè vi concorre il genio di Sua Altezza, l'onore di cotesta Biblioteca, di dove si dirà essere uscita opera tanto bramata da' nostri maggiori e coetanei. Che se gran tempo si tarda, non mancherà per avventura qualche diligente Oltramontano, che prenderà ad interpretare il testo arabico dell'Olanda, preoccupando all' Italia quella gloria, che senza dispendio et incomodità veruna avrebbe potuto conquistare ».

Opere di Evangelista Torricelli, Faenza, 1919, vol. III, p. 289-290.

(8) « Et ex his haud dubie materia, nostris 3° et 4° *Libris de iisdem et similibus conic sectionibus* comprehensa, et generalior est et nobilior eâ quæ 6° Apollonii continetur, ut vix credam hæc memoratos Apollonii libros Pergæi esse. Quin potius existimem Arabis cujuspiam esse Pergæi nomine mentito ejusdem quatuor superstitibus esse additos. Certè memoratæ hic sive *Definitiones* sive *Propositiones* Apollonium Arabem redolent, non Pergæum. At, si fallimur, *quantum mulatus ab illo!* »
Correspondance du Père Marin Mersenne, t. II, p. 385.

(9) Préface de l'édition de 1661.

« Pour Monsieur Golius, il ne fait que son ordinaire, et ayant entrepris de bastir, je doute s'il se voudra employer à la version d'Apollonius Pergaeus, puisqu'ayant fait imprimer en Arabe l'*Histoire de Temirhan*, nous n'en pouvons veoir la version latine » (10).

La course de lenteur était engagée entre l'Italie et la Hollande. Cependant les mathématiciens qui passaient à Florence allaient admirer le manuscrit arabe des Grands Ducs, ainsi Sluse, qui l'expérimenta rapidement, certainement avant 1650, comme il narre lui-même à Huygens dans une lettre du 28 octobre 1658 (11).

Enfin Borelli et Abraham Ecchellensis purent commencer en 1658 la traduction de la paraphrase d'Abulphath, qui parut à Florence, en 1661 (12).

Ils avaient été retardés par le désir de Viviani d'achever d'abord sa divination du livre V, qui parut en 1659. Golius avait fait parvenir à Florence, au début de 1660, une feuille imprimée du commencement d'une traduction, et en 1663 il continuait de souhaiter la collaboration italienne. Mais à sa mort, en 1667, sa propre traduction ne semble pas avoir été achevée (13). Pour en finir avec ces remarques, signalons que son manuscrit a servi de base à l'édition par Halley des trois livres V, VI et VII, en 1710.

Ainsi la partie la plus profonde et la plus bénéfique des Coniques d'Apollonius n'a pu être connue du commun des mathématiciens

(10) Correspondance du Père Marin Mersenne, t. VII, p. 186 et 212.

(11) « ... Apollonium, de quo Clarissimus Bullialdus, eum ipsum esse suspicor, quem vidi e indicavi cum Bibliothecam Mediceam jussu serenissimi Principis Leopoldi ab Etruria perlustrarem. Est autem Arabicus totus, et tum mihi primo aspectu (nam immorari non vacabat abiturienti) potius Epitome Conicorum, quam ipsi libri quos quærimus videbantur ».

Correspondance de R. F. de Sluse, *Bulletin Boncompagni*, t. XVII, p. 117.

(12) Apollonii Pergæi conicorum Lib. V, VI, VII. Paraphraste Abalphato Asphahanensi Nunc primum editi. Additus in calce Archimedis assumptorum liber, ex codicibus arabicis m. ss. Serenissimi Magni Ducis Etruriæ Abrahamus Ecchellensis Maronita In Alma Urbe Linguar. Orient. Professor Latinos reddidit. IO : Alfonsus Borellus in Pisana Academia Matheseos Professor curam in Geometricis versioni contulit, et notas uberiores in universum opus adjecit. Ad Serenissimum Cosmum III Etruriæ Principem. Florentiæ. Ex Typographia Iosephi Cocchini ad insigne Stellæ MDCLXI, Superiorum permissu. 23 × 33 cm., 36 + 416 p.

(13) Pour l'histoire de l'édition de Florence, G. LORIA signale un article de E. Bortolotti : quando, come e da chi ci vennero recuperati i sette libri delle « Coniche di Apollonio », *Periodico di Matematiche*, vol. IV (1924) et un autre de A. Agostini, même revue, vol. XI (1931). C. de WAARD signale P. Giovanni Giovannozzi, La versione Borelliana dei Conici di Apollonio (*Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei*, série II, vol. II (1916). Je n'ai consulté directement à ce jour aucun de ces trois articles.

qu'en 1661, et encore d'une façon assez insuffisante puisque ce ne fut qu'une paraphrase très libre qui fut ainsi rendue publique. La traduction du manuscrit de Florence demanda, au dire d'Abraham Ecchellensis, et il faut le croire, trois mois de travail à l'équipe qu'il formait avec Borelli, « Abraham Ecchellensis, qui ne sçavoit point de Géométrie, aidé par Borelli, grand Géomètre, qui ne sçavoit point d'Arabe » (14). Encore ne travaillaient-ils que dans la matinée, pour ne pas être incommodés par la grande chaleur qui règne à Rome l'été.

Nous ne savons cependant pas le temps que mit Borelli à rédiger les nombreux commentaires qui accompagnent le texte. Ils témoignent d'une grande connaissance de la Géométrie, et d'une parfaite compréhension de la pensée d'Apollonius (15).

L'édition de 1661 fut immédiatement répandue et le Prince Léopold en envoya entre autres plusieurs exemplaires à Melchisédec Thévenot pour qu'il les distribue aux savants de Paris compétents en la matière (16). Mais jusqu'à cette édition le manuscrit semble bien n'avoir exercé aucune influence, tout au moins depuis la mort de Raimondi (1614), n'ayant que rarement été mis quelques instants sous les yeux d'un savant qui, comme Sluse, fut à la fois orientaliste et mathématicien.

Il n'en est pas de même du manuscrit de Leyde, Golius étant compétent dans les deux parties. Nous avons vu que dès 1630 il en communiquait des passages, très brefs il est vrai, à Mersenne. Dans sa correspondance, son enseignement (il professa les mathématiques à Leyde depuis 1629), ses conversations, il est possible qu'il en ait fait connaître davantage, et il y aurait là un beau sujet d'études. Mais ce n'est pas ici le lieu de traiter cette question délicate.

Je me contente de publier quelques notes de Borelli, relatives à l'angle de contingence et qui peuvent avoir quelque importance pour l'histoire des concepts de contact et d'osculation. Elles se trouvent, dans l'édition de 1661, depuis la page 103 jusqu'à la page 108. Dans le temps, elles se placent entre la découverte des

(14) FONTENELLE, *Eloge de M. Viviani*.

(15) Pour porter un jugement équitable sur Borelli mathématicien, il faut se tenir à égale distance du « grand géomètre » de Fontenelle et du jugement de Leibniz dans une lettre à Jean Bernoulli d'octobre 1716 : « In Borello multum diligentia agnosco, ingenio mediocri fuisse videtur. »

(16) *Bulletin Boncompagni*, t. III, p. 292.

inflexions par Roberval et Fermat et celle de la Développée par Huygens d'une part, et d'autre part les discussions de Leibniz et de Jacques Bernoulli sur le cercle osculateur. Elles sont des corollaires immédiats des propositions d'Apollonius. Je les accompagne d'une traduction française.

Afin que le lecteur s'y reconnaisse je les fais précéder d'une analyse d'une partie du livre V des Coniques, écrite dans le style de ce qu'on appelait naguère « la géométrie synthétique ». Cette analyse me paraît suffisante pour la compréhension des remarques de Borelli.

II. — INTRODUCTION MATHÉMATIQUE

Soit une courbe convexe Γ et un point P situé du côté de sa concavité.

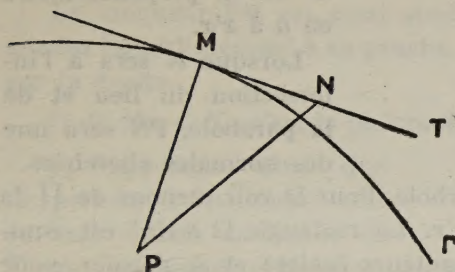


FIG. 1

a) Si PM est la plus courte distance de P à Γ , et si MT est la tangente à Γ en M , alors PM est perpendiculaire à MT . Sinon, soit PN la perpendiculaire menée de P à la tangente. Son pied N est au-delà de la courbe Γ et $PM > PN$. PM n'est pas alors la plus courte distance du point P à Γ .

b) Si, P étant toujours dans la concavité de Γ , PM est la plus grande distance de P à la courbe, soit MT perpendiculaire à PM . MT est tangente à la courbe. Sinon MT pénétrerait dans la concavité, et l'on pourrait prendre N sur Γ et au-delà de MT par rapport à P . Alors PN , plus grande qu'une oblique serait plus petite que la perpendiculaire PM , ce qui est absurde.

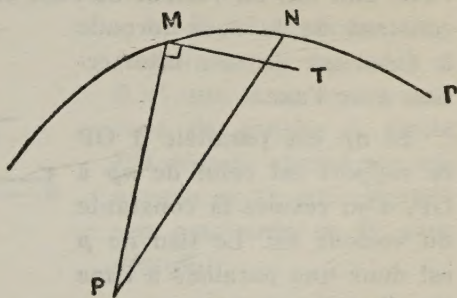


FIG. 2

constante \overrightarrow{qp} et l'on est ramené au cas précédent de la parabole. Pour toute conique le lieu de N sera appelé l'*Hyperbole d'Apollonius* relative au point P.

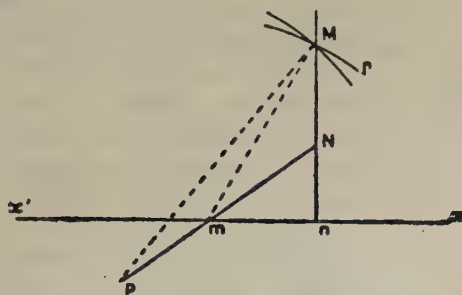


FIG. 5

tangente en M est perpendiculaire à PM, pénètre dans la conique de la gauche vers la droite.

La longueur PM est ainsi supérieure aux longueurs analogues situées immédiatement à sa gauche, inférieure à celles qui la suivent sur la droite.

f) Si $Mn < Nn$ c'est le phénomène opposé qui se produit.

g) Supposons alors que l'hyperbole d'Apollonius soit ou tout entière au-dessus de Γ ou la touche extérieurement. Si M se déplace de gauche à droite la longueur PM ne cesse de décroître.

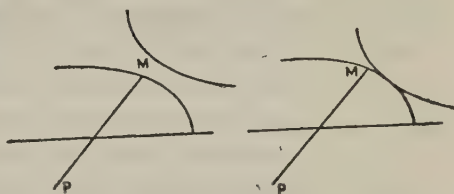
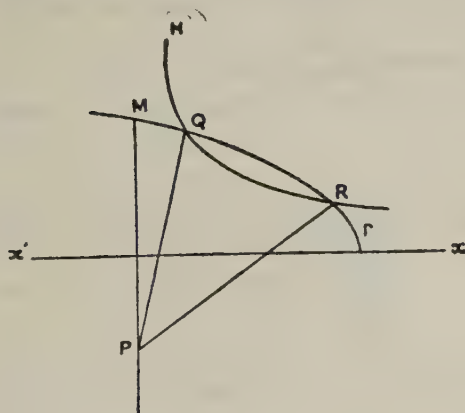


FIG. 6



h) Si au contraire l'hyperbole coupe Γ en Q et R et que M se déplace encore de gauche à droite PM décroît, atteint son minimum en Q, croît jusqu'à son maximum en R, puis décroît.



FIG. 7

i) Soit PM la plus courte distance d'un point P à Γ . Soit Q un

point du segment PM . QM est la plus courte distance de Q à Γ . En effet si N est un point de Γ différent de M , $PN > PM$ par hypothèse. Mais $PM = PQ + QM$ et $PQ + QN > PN$ d'où $PQ + QN > PQ + QM$ et $QN > QM$.

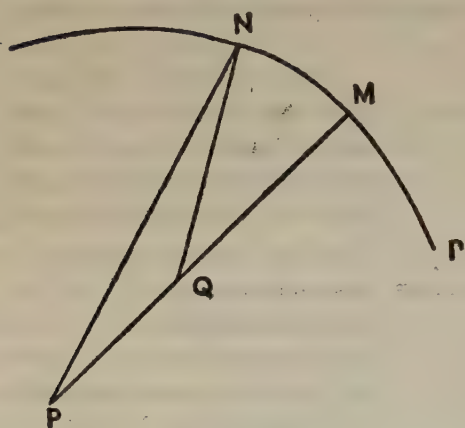


FIG. 8

j) Si, avec la même figure, QM est la plus grande distance de Q à Γ , $QM > QN$ d'où $PM = PQ + QM > PQ + QN > PN$,

et PM est la plus grande distance de P à Γ .

k) On constate sans grandes difficultés que deux hyperboles d'Apollonius n'ont qu'un point commun en lequel elles se coupent.

Si nous déplaçons le point P sur une normale fixe MP , du côté de la concavité, l'hyperbole d'Apollonius qui lui est relative rencontre en M la conique Γ soit qu'elle la coupe, soit qu'elle lui soit tangente. Les cas de section correspondent à PM minimale ou maximale. Le cas de contact, unique d'après ce qui précède, correspond à un point T qui sépare l'ensemble des cas de minimum (points compris entre T et M) de celui des cas de maximum (points au-delà de T).

C'est le *diorisme* qu'est cette détermination de T qu'Apollonius réussit de main de maître. Nous allons nous efforcer de faire comprendre sa technique.

l) En réalité, le problème que se pose le grand géomètre est le suivant : la conique Γ a pour axe $x'x$ (axe transverse dans le cas de l'hyperbole, grand axe dans celui de l'ellipse). A est le sommet de cet axe. On se donne t sur $x'x$ et l'on cherche T au-dessous de l'axe, tel qu'il se projette orthogonale-

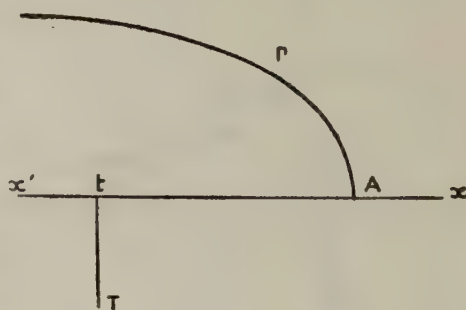


FIG. 9

ment en t sur l'axe, et que l'hyperbole d'Apollonius H_T qui lui est relative, soit tangente à Γ .

La longueur tT est appelée dans la version latine de 1661 « Trutina », ce que j'ai traduit par « Balance ».

m) Dans le cas de la parabole, de beaucoup le plus simple, H_T a

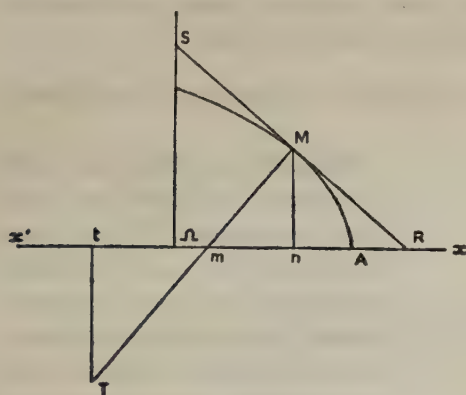


FIG. 10

pour centre Ω sur $x'x$ tel que $t\Omega = mn =$ le paramètre p de la parabole (voir ci-dessus § c). H_T et Γ sont tangentes en M . Soit RS leur tangente commune qui rencontre $x'x$ en R et la seconde asymptote de l'hyperbole en S .

$nA = AR$ (propriété de la parabole) et $SM = MR$ (propriété de l'hyperbole). D'où $\Omega n = nR = 2nA$.

La construction de T en résulte : porter $t\Omega$ égal au paramètre de Γ , prendre n au tiers de ΩA du côté de A . L'ordonnée nM rencontre Γ en M . La normale à Γ en M rencontre l'ordonnée de t en T . T n'existe que si tA est supérieur au paramètre.

n) Nous ne traiterons, afin d'abrégier, pour les coniques à centre, que le cas de l'ellipse. Tout en restant aussi fidèles que possible à la pensée grecque, nous adoptons un langage moderne, résumant en peu de mots la méthode d'Apollonius.

En se reportant au § d ci-dessus on peut voir que les axes de coordonnées étant ceux de l'ellipse d'équation

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

($c^2 = a^2 - b^2$), on passe de

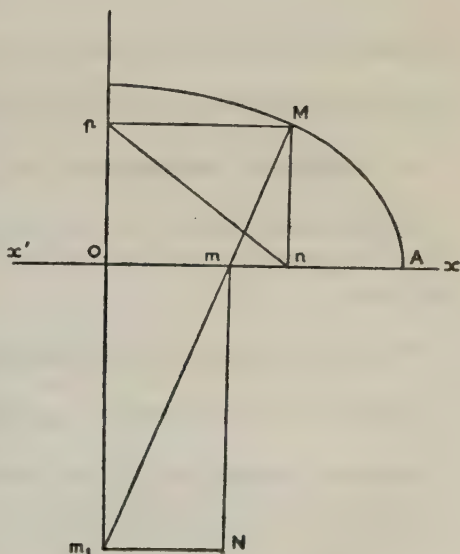


FIG. 11

P au centre Ω de H_P par la transformation $X = \frac{a^2}{c^2} x$, $Y = -\frac{b^2}{c^2} y$.

Or, si M est un point de l'ellipse, n et p ses projections orthogonales sur les axes, Mmm_1 la normale en M à l'ellipse, normale qui rencontre les axes en m et m_1 , et enfin N le point qui se projette orthogonalement sur les axes en ces deux derniers points, la transformation qui amène P en Ω amène $Om_1 Nm$ en $Op Mn$.

Si nous l'appliquons donc à un point du segment m_1m son transformé sera sur pn .

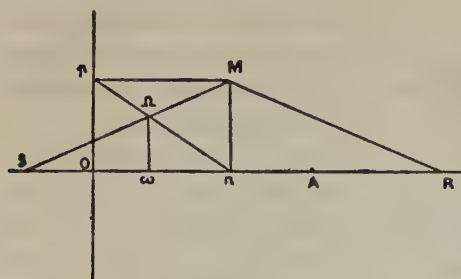


Fig. 12

Mais H_T est tangente en M à l'ellipse. Soit MR leur tangente commune. ΩM , d'après les propriétés de l'hyperbole équilatère, est sur la symétrique MS de MR par rapport aux directions des axes. Ceci détermine Ω sur pn , donc T sur m_1m .

Projetons orthogonalement Ω sur $x'x$ en ω .

$$\frac{O\omega}{\omega n} = \frac{p\Omega}{\Omega n} = \frac{pM}{Sn} = \frac{pM}{nR}$$

puisque S et R ont pour milieu n . Or $pM = On$, donc $\frac{O\omega}{\omega n} = \frac{On}{nR}$ et les deux divisions $O\omega n$ et $On R$ sont semblables.

Or, d'après les propriétés de l'ellipse, $\frac{On}{OA} = \frac{OA}{OR}$. Si donc ξ est le point homologue de A dans la similitude qui amène Okn sur OmR , les longueurs $O\omega$, $O\xi$, On , OA , OR sont en progression géométrique.

D'où la solution par Apollonius du problème énoncé au § 1 :

t étant donné, construire ω par l'affinité : $O\omega = \frac{a^2}{c^2} Ot$.

Inscrire entre $O\omega$ et OA deux moyennes proportionnelles $O\xi$ et

On (17). L'ordonnée de n rencontre l'ellipse en M. La normale en M à l'ellipse rencontre l'ordonnée de t au point T demandé. Pour que le problème soit possible il faut que $O\omega < OA = a$, ou que

$$Ot < \frac{c^2}{a}.$$

Jean ITARD, *Paris*.

(17) Dès Archimède, l'insertion de deux moyennes est un lemme banal auquel il suffit de ramener un problème pour pouvoir le considérer comme résolu. Après le III^e siècle avant J.-C., il ne s'agit donc que d'un exercice d'école.

Quoniam perpendicularis DE ponitur major trutina L; ergo quilibet ramus (19) DA cadit supra brevissimam ex puncto A ad axim BE ductam : efficit vero brevissima cum tangente AX angulum rectum; ergo angulus DAX est acutus; et propterea recta AX cadit intra circulum AZ; sed AX cadit extra conisectionem BA, quàm contingit; ergo circumferentia ZA cadit extra sectionem BA, et extra tangentem AX : postea ducatur quilibet ramus DG infra ramum DA secans circumferentiam circuli in Y; et quia ramus DA propinquior est vertici B, quàm DG, erit DA minor quàm DG; estque DY æqualis DA (cum sint ambo radii ejusdem circuli) ergo DY minor erit, quàm DG : et propterea quodlibet punctum Y peripheriæ circularis infra punctum A positum cadet intra conisectionem BG : et ideo circumferentia ZAY secat tangentem et conisectionem in A; quod erat propositum.

Isdem positis, sit perpendicularis DE æqualis Trutinæ L, et sit DA singularis ille ramus brevissecans (20), qui ex concursu D ad

Car la perpendiculaire DE a été supposée supérieure à la balance L. Donc tout rameau DA tombe sur l'axe au-dessus de la normale issue de A. La normale fait avec AX un angle droit, donc l'angle DAX est aigu et par suite la droite AX tombe dans le cercle AZ. Mais AX est extérieure à la conique qu'elle touche. Donc la circonférence ZA est extérieure à la conique BA et à la tangente AX. Soit ensuite mené un rameau quelconque DG au-dessous de DA et coupant la circonférence du cercle en Y. Comme le rameau DA est plus proche du sommet B que DG, DA est plus petit que DG. Or, DY égale DA (comme rayons d'un même cercle), donc DY est plus petit que DG, et par suite tout point Y situé sur la circonférence au-dessous de A tombe à l'intérieur de la conique BG : ainsi la circonférence ZAY coupe en A la tangente et la conique, ce qui était proposé.

Les mêmes choses étant posées, que la perpendiculaire DE soit égale à la balance L et soit DA le seul rameau sécant et normal (20)

(20) Ramus brevissecans, rameau sécant et normal, porté par une normale.

circuli peripheriam in Z, et quilibet alius ramus DG infra DA secans eandem peripheriam in Y. Et quia ex concursu D ad sectionem BG unicus tantum brevissecans DA duci potest; igitur ramus DF propinquior vertici B minor est remotiore DA, et DA propinquior vertici B minor est remotiore DG : suntque rectæ DZ, DY æquales eidem DA (cum sint radii ejusdem circuli) ergo DZ major est, quàm DF, et DY minor, quàm DG; et propterea quodlibet punctum Z circuli supra A sumptum cadit extra conisectionem BFA, et quodlibet infimum punctum Y ejusdem circuli cadit intra eandem conisectionem AG; quapropter circumferentia circuli ZAY secat conisectionem BAG in A. Postea quia recta AX contingens sectionem in A perpendicularis est ad brevissecantem DA, cum IA sit brevissima; igitur recta linea XA, quæ perpendicularis est ad radium DA, continget circulum ZAY. Quapropter circulus ZAY secant conisectionem BAG, in A, et tangit eandem rectam lineam AX, quàm contingit sectio conica BAG, et in eodem puncto A, quod erat ostendendum.

male DA, coupant en Z la circonférence du cercle, et n'importe quel autre rameau DG au-dessous de DA, coupant en Y cette circonférence. Comme on ne peut mener du point D que la seule sécante normale DA, le rameau DF, plus proche du sommet B est plus petit que le rameau DA plus éloigné, et DA plus proche du sommet B est plus petit que DG plus éloigné. Et les droites DZ, DY sont égales à DA (comme rayons d'un même cercle), donc DZ est plus grande que DF et DY plus petite que DG. Ainsi tout point Z du cercle pris au-dessus de A tombe en dehors de la conique BFA, et tout point Y du même cercle situé au-dessous tombe à l'intérieur de la même conique AG : donc la circonférence de cercle ZAY coupe la conique BAG en A. D'autre part, comme la droite AX tangente à la section en A est perpendiculaire à la sécante normale DA, puisque IA est une normale, cette droite XA, qui est perpendiculaire au rayon DA, touche le cercle ZAY. Ainsi donc le cercle ZAY coupe la conique BAG en A et touche la même droite AX que touche aussi la conique BAG, au même point A, ce qu'il fallait montrer.

COROLLARIUM

Hinc constat, supremam circuli peripheriam AZ cadere in locum à tangente XA, et conisectionem BA contentum, infimam vero circumferentiam AY cadere ne dum infra tangentem, sed etiam infra conisectionem AG; eoquod recta AX cadit extra circuli peripheriam AZ, quàm contingit in A, et eadem circumferentia AZ cadit extra sectionem AB, quàm secat in A, ut dictum est.

Mirabile quidem hoc videri poterit aliquibus, qui contingentiae angulos, quos vocant, verè angulos esse censent; nam hic duæ circumferentiae curvæ, conica nimirum BAG, et circularis ZAY se mutuo secant in A, et tamen ambo tanguntur ab eadem recta linea AX in eodem puncto A, in quo illæ se mutuo secant. Unde colligent etiam, quod anguli contingentiae facti à conisectione BAG, et recta linea XA non sunt æquales inter se, quando punctum A in vertice axis non existit; nam duo anguli contingentiae circumferentia circularis, et rectæ tangentis XA æquales sunt inter se : at angulus

COROLLAIRE

Ainsi l'arc de cercle supérieur AZ tombe dans le lieu compris entre la tangente XA et la conique BA, alors que l'arc inférieur AY tombe non seulement en dessous de la tangente, mais aussi en dessous de la conique AG parce que la droite AX tombe en dehors de la circonférence de cercle AZ, qu'elle touche en A et cette même circonférence tombe en dehors de la conique AB, qu'elle coupe en A, comme il a été dit.

Cela pourrait paraître étonnant à ceux qui pensent que l'angle de contingence, comme ils l'appellent, est un angle véritable. Car ici deux arcs de courbes, le conique BAG et le circulaire ZAY se coupent mutuellement en A, et sont toutefois tous deux tangents à la même ligne droite AX au point A où ils s'entrecoupent. Ils peuvent encore constater que les angles de contingence faits par la section conique BAG et la droite XA ne sont pas égaux entre eux, lorsque le point A n'est pas au sommet de l'axe, car les deux angles de contingence d'une circonférence de cercle et de sa tangente XA sont égaux entre eux, et l'angle de contingence de la conique situé vers le sommet B est plus grand que l'angle de contingence circulaire, comme il a été dit, tandis que l'angle de contingence de la conique

contingentiæ sectionis conicæ supremus respiciens verticem B major est angulo contingentiae circularis, ut dictum est : infimus vero angulus contingentiae à sectione conica, et eadem tangente contentus minor est eodem angulo contingentiae circularis, et propterea supremus angulus contingentiae sectionis conica major erit inferiori.

Sit perpendicularis DE minor trutina L, sintque DA, et DC duo illi rami, qui tantummodo brevisecantes esse possunt omnium ramorum ex concursu D ad sectionem BC cadentium; atque centro D, intervallo DA describatur circulus ZAY; pariterque centro D, intervallo DC describatur circulus OCQ; ducanturque rectæ XP, MP contingentes conisectionem in A, et G. Dico, circulum ZAY contingere conisectionem in A, et extra ipsam cadere, et circulum OCQ contingere eandem conisectionem in C, et intra ipsam cadere.

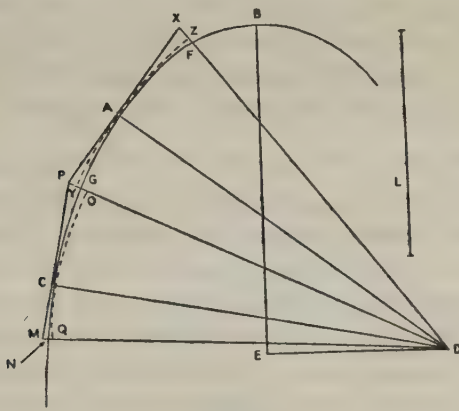


FIG. 15

situé vers le bas est plus petit que l'angle de contingence circulaire. Par suite, l'angle de contingence supérieur de la conique est plus grand que l'inférieur.

Soit la perpendiculaire DE plus courte que la balance L et soit DA et DC les deux seuls rameaux sécants normaux qui tombent du point D sur la conique. Que du centre D et avec le rayon DA soit décrit le cercle ZAY, et du même centre, avec le rayon DC que soit décrit le cercle OCQ. Menons les droites XP, MP, tangentes à la conique en A et G. Je dis que le cercle ZAY touche la conique en A, et tombe en dehors d'elle, et que le cercle OCQ la touche en C, et tombe dans son intérieur.

Ducantur quilibet rami DF, DG supra et infra brevisecantem DA, secantes circulum ZAY in Z et Y; pariter ducantur quilibet rami DG, DN supra, et infra brevisecantem DC, secantes circulum OCQ in O, et Q, dummodo DG non ducatur infra DC in primo casu, nec supra DA in secundo. Quoniam ramus DA supremus duorum brevisecantium maximus est omnium ramorum cadentium ad peripheriam BAC; igitur DA major erit, quàm DF, et quàm DG; sunt verò DZ, et DY æquales eidem DA (cum sint radii ejusdem circuli) ergo DZ major est quàm DF; pariterque DY major est quàm DG; et propterea duò quælibet puncta Z, Y ejusdem circuli ZAY cadunt extra conisectionem BAG; et ideo circulus ZAY tantummodo in puncto A conisectionem extrinsecus tangit.

Postea quia ramus DC infimus brevisecantium est minimus omnium ramorum cadentium ex D ad peripheriam ACN; ergo ramus DC minor est, quàm DG, et quàm DN : sunt vero DO, DQ æquales eidem DC (cum sint radii ejusdem circuli) igitur DO minor est, quàm DG : pariterque DQ minor est, quàm DN : quare quælibet duo puncta O, Q circuli OCQ hinc inde à puncto C cadant intra

Soient menés deux rameaux quelconques DF, DG au-dessus et au-dessous de la sécante normale DA, coupant le cercle ZAY en Z et en Y. Soient menés de même deux rameaux quelconques DG, DN au-dessus et au-dessous de la sécante normale DC, coupant le cercle OCQ en O et Q pourvu que DG n'ait pas été mené en dessous de DC dans le premier cas, ni au-dessus de DA dans le second. Puisque le rameau DA, la plus haute des deux sécantes normales, est le plus long de tous les rameaux tombant de D sur l'arc BAC, DA est plus long que DF et que DG. Mais DZ et DY sont égaux à DA (comme rayons d'un même cercle), donc DZ est plus grand que DF. De même DY est plus grand que DG, et par suite deux points quelconques Z et Y du cercle ZAY tombent à l'extérieur de la conique BAG et le cercle ZAY touche la conique en A, extérieurement.

Ensuite puisque DC, la plus basse des deux sécantes normales, est le plus court de tous les rameaux tombant de D sur l'arc ACN, le rameau DC est plus petit que DG et que DN. Mais DO et DQ sont égaux à DC (comme rayons d'un même cercle), donc DO est plus petit que DG. De même DQ est plus petit que DN. Ainsi deux points quelconques O, Q du cercle OCQ de part et d'autre du point C

AG erit infimus, si punctum G cadit supra punctum D, et tunc circulus radio GA descriptus contingit conisectionem intrinsecus in A : si vero punctum g cadat infra punctum D, tunc pariter ex g duo brevisecantes iduci possunt ad sectionem, quorum supremus erit gA ; et propterea circulus radio gA descriptus continget conisectionem BAG extrinsecus in A; quapropter circulus radio DA descriptus (quem contingit eadem recta linea XA quæ tangebatur sectionem in A) unicus erit, qui sectionem BC secet in A, quod erat ostendendum.

Circulorum omnium intrinsecus tangentium conisectionem non in axis vertice, assignari non potest maximus : tangentium vero intrinsecus sectionem in termino axis maximus erit, cujus radius aequalis est semirecto.

Repetatur figura, et hypothesis præcedentis propositionis. Quoniam quilibet circulus radio GA minori, quàm DA descriptus semper intrinsecus tangit conisectionem in A (ut in præcedenti propositione dictum est) ubicumque ponatur centrum G supra punctum D; neque augendo radium GA efficitur alius contactus

au-dessus de D on peut mener à partir de lui deux sécantes normales, dont AG est la plus basse et alors le cercle de rayon GA touche intérieurement la conique en A. Mais si le point g tombe au-dessous de D on peut encore mener de g deux sécantes normales, dont gA est la supérieure et par suite le cercle de rayon gA touche la conique extérieurement en A. Donc le cercle de rayon DA (que touche la même droite XA qui est tangente à la section en A) est le seul qui coupe la conique BC et A, ce qu'il fallait montrer.

Il est impossible d'assigner un maximum parmi tous les cercles tangents intérieurement à une section conique ailleurs qu'au sommet d'un axe. Parmi ceux qui sont tangents intérieurement à la conique à l'extrémité de l'axe, le maximal est celui dont le rayon est égal au demi-paramètre.

Reproduisons la figure et les hypothèses des propositions précédentes. Puisque tout cercle décrit avec un rayon GA plus petit que DA touche toujours intérieurement la conique en A n'importe où que soit placé le centre G au-dessus du point D et que l'accroissement du rayon GA ne produit aucun autre contact du cercle et de

circuli, et sectionis, quàm intrinsecus, et tunc primo circulus desinit intrinsecus tangere sectionem in A, quando DA efficitur radius, scilicet quando non amplius intrinsecus sectionem tangit, sed eam secat in A; quapropter assignari non potest maximus circulorum tangentium intrinsecus sectionem in A. Quod verò circulorum intrinsecus tangentium eandem sectionem in vertice axis B, ille, cujus radius BK æqualis est semierecto BH sit maximus, ostensum est à Maurolico propos : 5. 8 et 11. libri 5. Conicorum. Patet ergo propositum.

Iisdem positis : dico circulorum omnium extrinsecus tangentium conisectionem minimum assignari non posse.

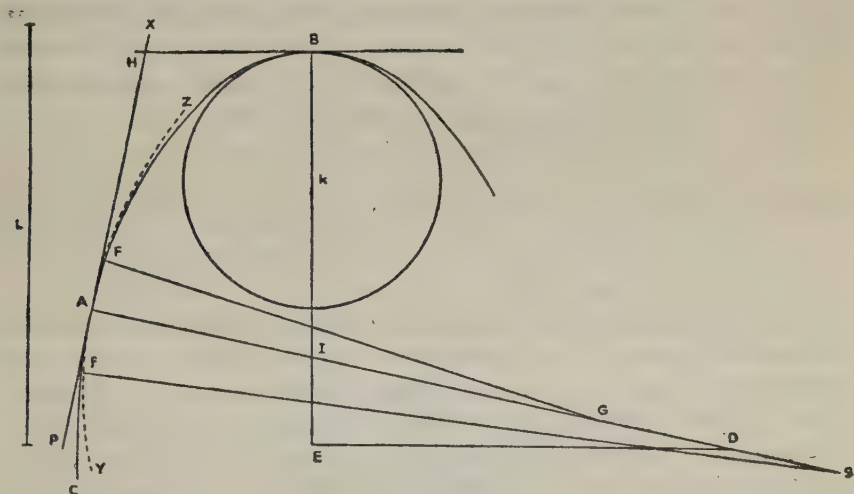


FIG. 17

la conique, qu'intérieur, et que la première fois où le cercle cesse de toucher intérieurement la conique en A, c'est lorsque le rayon devient DA, c'est-à-dire lorsqu'il ne touche plus la conique intérieurement, mais la coupe en A, on ne peut assigner de cercle maximal tangent intérieurement à la même conique en A. Mais que parmi les cercles tangents intérieurement à la même conique au sommet B de l'axe, celui dont le rayon BK est égal au demi-paramètre BH soit maximal, Maurolico le montre propos 5. 8 et 11. livre 5 des Coniques. Ce qui était proposé est donc établi.

Les mêmes choses étant posées, je dis qu'on ne peut pas assigner un minimum parmi tous les cercles tangents extérieurement à une conique.

Sumpto in eadem figura quolibet puncto g infra punctum D , quoniam circulus radio gA descriptus contingit extrinsecus consectionem in A , nec unquam cessabit prædictus contactus extrinsecus, licet magis, ac magis in infinitum punctum g ipsi D propinquior fiat, et tunc demum cessat hujusmodi extrinsecus contactus, quando describitur circulus radio DA , qui quidem sectionem secatur in A , ut dictum est; quapropter minimus omnium extrinsecus sectionem tangentium in A assignari nequit. Quod vero extrinsecus tangentium eandem sectionem in vertice axis B non possit assignari minimus, patet; nam omnes circuli, quorum radii majores sunt semierecto sectionis, eam extrinsecus tangunt; et tunc demum ejusdem contactus extrinsecus cessat, quando radius circuli æqualis efficitur semierecte : at tunc intrinsecus sectionem tangit; quapropter reperiri non potest minimus circulorum consectionem extrinsecus tangentium : quod erat ostendendum.

Que l'on prenne dans la même figure un point quelconque g au-dessus du point D , le cercle décrit avec le rayon gA touche extérieurement la conique en A , et ce contact extérieur ne cessera jamais quand même le point g soit de plus en plus proche, à l'infini, de D , et le contact extérieur ne cesse que lorsque le cercle est décrit avec le rayon DA , et qu'il coupe la conique en A , comme il a été dit. Par suite il est impossible d'assigner un minimum parmi tous les contacts extérieurs à la section en A . Il est d'ailleurs évident qu'il est impossible d'assigner un minimum pour les contacts extérieurs à la conique au sommet B de l'axe.

En effet, tous les cercles dont le rayon est supérieur au demi-paramètre de la conique la touchent extérieurement; et ce contact extérieur cesse lorsque le rayon est fait égal au demi-paramètre. Mais alors le cercle touche intérieurement la section. Il est donc impossible de trouver un cercle minimal tangent extérieurement à la conique, ce qu'il fallait montrer.

ÉTUDES NEWTONIENNES III

Attraction, Newton and Cotes

It is well known that in his famous letter to Newton (of Feb. 18, 17 12/13) in which he drew his attention to Leibniz's attack on him (in a « Letter to Hartsoeker », published in the *Memoirs of Literature* of May 1712), and advised Newton not to leave it unanswered (1), Cotes also made an objection to Newton's theory of Attraction, or at least against the manner in which it was presented. Cotes thought, indeed, that in spite of Newton's frequent and numerous assertions that the term « attraction » was used by him as a perfectly neutral one, « promiscuously » with others, and could be understood as meaning pressure or whatever else, but not what it seemed to mean, Newtonian attraction implied the attribution of « attractive forces » to bodies, and that Newton, tacitly, made that « hypothesis », or « supposition ».

In the letter I am referring to, Cotes submits to Newton's approval an outline of the *Preface* to the *Principia* that he was

(1) Cf. T. EDELESTON, *Correspondence of Sir Isaac Newton and Professor Cotes*, p. 153, London, 1850 :

« I think it will be proper { to } add somethings by which your Book may be cleared from some prejudices which have been industriously laid against it. As that it deserts Mechanical causes, is built upon Miracles, & recurs to Occult qualittys. That You may not think it unnecessary to answer such Objections You may be pleased to consult a Weekly Paper called Memoires of Literature & sold by Ann Baldwin in Warwick-Lane. In th^e 18th Number of y^e second Volume of those Papers which was published May 5th 1712 You will find a very extraordinary Letter of Mr Leibnitz to Mr Hartsoeker which will confirm what I have said. I do not propose to mention Mr Leibnitz's name, twere better to neglect him, but the Objections I think may very well be answered & even retorted upon the maintainers of Vortices. After I have spoke of Your Book it will come in my way to mention the Improvements of Geometry upon wich Your Book is built, & there I must mention the time when those improvements were first made. & by whom they were made. I intend to say nothing of Mr Leibnitz, but desire You will give me leave to appeal to the *Commercium Epistolicum* to vouch what I shall say of Your self & to insert into my Preface the very words of the Judgment of the Society (page 120th Com. Ep) that foreigners may more generally be acquainted with the true state of the Case.

Feb. 18. 171 »

Newton-Leibniz polemics about the « occult qualities » and « miracles » will be dealt with by me elsewhere; thus I shall not treat it here.

commissioned to write. He thinks that « it will be proper, besides the account of the Book and its improvements, to add something concerning more particularly the manner of philosophising made use of and wherein it differs from that of Descartes and others... » that is, to *demonstrate* from the phenomena of nature the principle it is based on (the Principle of Universal Gravity) and not only to *assert* it. The demonstration will be based *a*) on the first law of motion (the law of inertia) according to which bodies, if no force acts upon them, move in a straight line, and *b*) on the astronomical fact that planets do not move in this way, but describe curves. They are, therefore, acted upon by a force « which may... not improperly be called centripetal in respect to the revolving bodies, and attractive in respect to the central ones ». But, continues Cotes (2),

in the first corollary of this 5th Proposition [of the Book III] I meet with a difficulty, it lyes in these words [Et cum attractio omnis mutua sit]. I am persuaded they are then true when the Attraction may properly be so called, otherwise they may be false (3). You will understand my meaning by an Example. Suppose two Globes *A* & *B* placed at a distance from each other upon a Table, & that whilst y^e Globe *A* remains at rest the Globe *B* is moved towards it by an invisible Hand; a by-stander who observes this motion but not the cause of it, will say that y^e Globe *B* does certainly tend to the centre of y^e Globe *A*, & thereupon he may call the force of the invisible hand the centripetal force of *B* & the Attraction of *A* since the effect appears the same as if it did truly proceed from a proper & real Attraction of *A*. But then I think he cannot by virtue of this Axiom [Attractio omnis mutua est] conclude contrary to his sense & Observation that the Globe *A* does also move towards the Globe *B* & will meet it at the common centre of Gravity of both bodies. This is what stops me in the train of reasoning by which I would make out as I said in a popular way Your 7th Proposition of y^e III^d Book. I shall be

(2) *Ibid.*, p. 152 sq.

(3) The fifth proposition of the Book III of *Principia* (p. 407) is as follows: « Planetas omnes circumjoviales gravitare in Jovem, et Circumsolares in Solem, et vi gravitatis suæ retrahi semper a motibus rectilineis, et in orbibus curvilineis retineri. » The proposition itself explains that the « vires a quibus revolutiones illæ dependant... decrescant eadem lege, qua vis gravitatis decrescat in recessu a Sole. » The *corollarium* 1 (p. 408) concludes: « Igitur gravitas datur in planetas universos. Nam Venerem, Mercurium ceterosque esse corpora ejusdem generis cum Jove nemo dubitat. Certe Planeta Hugonianus, eodem argumento quo Satellites Jovis gravitant in Jovem, gravis est in Saturnum. Et cum attractio omnis (per motus legem tertiam) mutua sit [italics mine], Saturnus vicissim gravitabit in Planetam Hugonianam. Eodem argumento Jupiter in Satellites suos omnes, Terraque in Lunam, et Sol in Planetas omnes primarios gravitabit. »

glad to have Your resalution of the difficulty, for such I take it to be. If it appeares so to You also, I think it should be obviated in the last Sheet of Your Book which is not yet printed off or by an *Addendum* to be printed with y^e Errata Table. For till this objection be cleared I would not undertake to answer any one who should assert that You do *Hypothesim fingere*, I think You seem tacitly to make this supposition that y^e Attractive force resides in the Central Body ».

Cotes' objection has been characterized by Edleston as « an instance of the temporary haze that may occasionally obstruct the highest intellect » (4). Even if it were so — which it is not — it would, in my opinion, be a very good instance of the facility and naturalness with which Newton's conception could be « misinterpreted » and « misunderstood » by contemporaries. Thus it seems to me to be worthwhile to study the case somewhat more closely.

Newton's reaction to Cotes' « difficulties » is rather interesting. He first, enlightens Cotes about the meaning of the word « hypothesis », then tells him that universal attraction is not a « hypothesis » but a truth established by induction; and that the mutual and mutually equal attraction of bodies is a case of the third fundamental law or axiom of motion, that of the equality of action and reaction as it is explained already in the *Principia* (5).

S^r

« I had yo^{rs} of Feb 18th, & the Difficulty you mention w^{ch} lies in these words [Et cum Attractio omnis mutua sit] is removed by considering that as in Geometry the word Hypothesis is not taken in so large a sense as to include the Axiomes & Postulates, so in Experimental Philosophy it is not to be taken in so large a sense as to include the first Principles or Axiomes w^{ch} I call the laws of motion. These Principles are deduced from Phænomena & made general by Induction: w^{ch} is the highest evidence that a Proposition can have in this philosophy. And the word Hypothesis is here used by me to signify only such a Proposition as is not Phænomenon nor deduced from any Phænomena but assumed or supposed wth out any experimental proof. Now the mutual & mutually equal attraction of bodies is a branch of the third Law of motion & how this branch is deduced from Phænomena you may see in the end of the Corollaries of y^e Laws of Motion, pag. 22. If a body attracts another body contiguous to it & is not mutually attracted by

(4) *Ibid.*, p. 152, note :

« The difficulty raised by Cotes here affords an instance of the temporary haze which may occasionally obscure the brightest intellects. »

(5) *Ibid.*, p. 154 sq.

the other : the attracted body will drive the other before it & both will go away together with an accelerated motion in infinitum, as it were by a self moving principle, contrary to y^e first law of motion, whereas there is no such phenomenon in all nature. »

The law of the equality of action and reaction — the so-called « third law » — is formulated in the *Principia* as follows (6) :

« Law III. *To every action there is always opposed an equal reaction : or, the mutual actions of two bodies upon each other are always equal, and directed to contrary parts.*

« Whatever draws or presses another is as much drawn or pressed by that other. If you press a stone with your finger, the finger is also pressed by the stone. If a horse draws a stone tied to a rope, the horse (if I may say so) will be equally drawn back towards the stone; for the distended rope, by the same endeavour to relax or unbend itself, will draw the horse as much towards the stone as it does the stone towards the horse and will obstruct the progress of the one as much as it advances that of the other. If a body impinge upon another, and by its force change the motion of the other, that body also (because of the equality of mutual pressure) will undergo an equal change, in its own motion towards the contrary part. The changes made by these actions are equal, not in the velocities, but in the motions of bodies; that is to say, if the bodies are not hindered by any other impediments. For, because the motions are equally changed, the changes of velocities

(6) *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, MOTT-CAJORI translation, p. 13 sq., University of California Press, Berkeley, Calif., 1946. The Latin text of the first edition is as follows (p. 13) :

L E X III.

« Actioni contrariam semper & æqualem esse reactionem : sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse æquales & in partes contrarias dirigi.

Quicquid premit vel trahit alterum, tantundem ab eo premitur vel trahitur. Si quis lapidem digito premit, premitur & hujus digitus a lapide. Si equus lapidem funi alligatum trahit, retrahetur etiam & equus (ut ita dicam) æqualiter in lapidem : nam funis utrinque distentus eodem relaxandi se conatu urgebit equum versus lapidem, ac lapidem versus equum; tantumque impedit progressum unius quantum promovet progressum alterius. Si corpus aliquod in corpus aliud impingens, motum ejus vi sua quomodocunque mutaverit, idem quoque vicissim in motu proprio eandem mutationem in partem contrariam vi alterius (ob æqualitatem pressionis mutue) subibit. His actionibus æquales fiunt mutationes, non velocitatum, sed motuum; scilicet in corporibus non aliunde impeditis. Mutationes enim velocitatum, in contrarias itidem partes factæ, quia motus æqualiter mutantur, sunt corporibus reciproce proportionales. »

made towards contrary parts are inversely proportional to the bodies. »

And in the *Scholium* to the *Axioms or Laws* Newton says (7) :

« In attractions I briefly demonstrate the thing after this manner. Suppose an obstacle is interposed to hinder the meeting of any two bodies A, B, attracting one the other : then if either body, as A, is more attracted toward the other body B, than the other body B is towards the first body A, the obstacle will be more strongly urged by the pressure of the body A than by the pressure of the body B, and therefore will not remain in equilibrium : but the stronger pressure will prevail, and will make the System of the two bodies, together with the obstacle, to move directly towards the parts on which B lies; and in free spaces, to go forward *in infinitum* with a motion continually [perpetually] accelerated; which is absurd and contrary to the first Law. For, by the first Law the system ought to continue [persevere] in its state of rest, or of moving uniformly forwards in a right line; and therefore the bodies must equally press the obstacle, and be equally attracted one by the other. I made the experiment on the loadstone and iron. If these, placed apart in proper vessels, are made to float by one another in standing water, neither of them will propel the other; but by being equally attracted, they will sustain each other's pressure, and rest at last in an equilibrium. »

*
**

Newton's answer to Cotes is thus simply a statement that Cotes a) misunderstood him and b) a suggestion to re-read, or to re-study, the relevant texts of the *Principia*.

(7) *Ibid.*, p. 25; in Latin, first edition, p. 28 sq. .

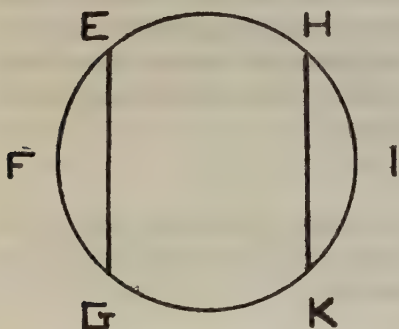
« In Attractionibus rem sic breviter ostendo. Corporibus duobus quibusvis A, B, se mutuo trahentibus, concipe obstaculum quodvis interponi quo congressus eorum impediatur. Si corpus alterutrum A magis trahitur versus corpus alterum B, quam illud alterum B in primum A, obstaculum magis urgebitur pressione corporis A quam pressione corporis B; proindeque non manebit in æquilibrio. Prævalebit pressio fortior, facietque ut systema corporum duorum & obstaculi moveatur in directum in partes versus B, motuque in spatiis liberis semper accelerato abeat in infinitum. Quod est absurdum & Legi primæ contrarium. Nam per Legem primam debet systema perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, proindeque corpora æqualiter urgebunt obstaculum, & idcirco æqualiter trahentur in invicem. Tentavi hoc in Magnete & Ferro. Si hæc in vasculis propriis sese contingentibus seorsim posita, in aqua stagnante juxta fluitent; neutrum propellet alterum, sed æqualitate attractionis utrinque sustinebunt conatus in se mutuos, ac tandem in æquilibrio constituta quiescent. »

As a matter of fact, Newton did not stop at that, and to the text of the *Principia* to which he appealed, he made some additions (it is rather strange that it is nowhere mentioned in his *Correspondence* with Cotes) : to the text of the *third law* he added the statement that « This law takes place also in attractions as will be proved in the next *Scholium* », and in the *Scholium* itself, after the paragraph I have just quoted, he introduced the following one, in which he explained that not only magnets and iron, but also the Earth and its parts mutually attract each other in full conformity with the third law (8) :

« So the gravitation between the Earth and its parts is mutual. Let the Earth FI be cut by any plane EG into two parts EGF and EGI and their weights one towards the other will be mutually equal. For if by another plane HK, parallel to the former EG, the greater part EGI is cut into two parts EGKH and HKI, whereof HKI is equal to the part EFG, first cut off, it is evident that the middle part EGKH will have no propension by its proper weight

towards either side, but will hang as it were, and rest in an equilibrium between both. But the one extreme part HKI will with its whole weight bear upon and press the middle part towards the other extreme part EGF; and therefore the force with which EGI, the sum of the parts HKI and EGKH, tends towards the third part EGF, is equal to the weight of the part HKI, that is, to the weight of

the third part EGF. And therefore the weights of the two parts EGI and EGF one towards the other are equal, as I was to prove.



(8) MOTT-CAJORI, p. 26; addition of the second edition. Cambridge, 1712, p. 22 :

« Sic etiam gravitas inter Terram & ejus partes, mutua est. Secetur Terra F I plano quovis E G in partes duas E G F & E G I : & æqualia erunt harum pondera in se mutuo. Nam si plano alio H K quod priori E G parallelum sit, pars major E G I secetur in partes duas E G K H & H K I, quarum H K I æqualis sit parti prius abscissæ E F G : manifestum est quod pars media E G K H pondere proprio in neutram partium extremarum propendebit, sed inter utramque

And indeed if those weights were not equal, the whole Earth floating in the non-resisting ether would give way to the greater weight, and, retiring from it, would be carried off *in infinitum*. »

He also changed somewhat the wording of the Prop. V (9) and added to it a corollarium in which the mutual character of the attraction is once more reasserted (*cor.* 3) (10) : « All the planets do gravitate towards one another by *cor.* 1 and 2. And hence it is that Jupiter and Saturn when near their conjunction, by their mutual attraction sensibly disturb each other motion. So the sun disturbs the motion of the moon; and both sun and moon disturb our sea as we shall hereafter explain. »

in æquilibrio, ut ita dicam, suspendetur, & quiescet. Pars autem extrema H K I toto suo pondere incumbet in partem mediam, & urgebit illam in partem alteram extremam E G F; ideoque vis qua partium H K I & E G K H summa E G I tendit versus partem tertiam E G F, æqualis est ponderi partis H K I, id est ponderi partis tertiæ E G F. Et propterea pondera partium duarum E G I, E G F in se mutuo sunt æqualia, uti volui ostendere. Et nisi pondera illa æqualia essent, Terra tota in libero æthere fluitans ponderi majori cederet, & ab eo fugiendo abiret in infinitum. » (Fig. p. 230 *supra*.)

(9) The prop. V of the Book III of the second edition (p. 365) is as follows :

Propositio V. Theorema V

Planetas circumjoviales gravitare in Jovem, circumsaturnios in Saturnum, et circumsolares in Solem, et vi gravitatis suæ retrahi semper a motibus rectilineis, et in Orbibus curvilineis retineri.

Nam revolutiones Planetarum Circumjovialium circa Jovem, circumsaturniorum circa Saturnum, et Mercurii ac Veneris reliquorumque Circumsolarium circa Solem sunt Phænomena ejusdem generis cum revolutione Lunæ circa Terram; et propterea per Reg. 11 a causis ejusdem generis dependent : præsertim cum demonstratum sit quod vires, a quibus revolutiones illæ dependent, respiciant centra Jovis, Saturni ac Solis, et recedendo a Jove, Saturno et Sole decrescant eadem ratione ac lege, qua vis gravitatis decrescit in recessu a Terra.

Corol. 1. Gravitās igitur datur in Planetas universos. Nam Venerem, Mercurium, cæterosque esse corpora ejusdem generis cum Jove et Saturno, nemo dubitat. Et cum attractio omnis (per motus Legem tertiam) mutua sit, Jupiter in Satellites suos omnes, Saturnos in suos, Terraque in Lunam, et Sol in Planetas omnes primarios gravitabit.

Corol. 2. Gravitatem, quæ Planetam unumquemque respicit, esse reciproce ut quadratum distantie locorum ab ipsius centro.

Corol. 3. Graves sunt Planetæ omnes in se mutuo per Corol. 1 et 2. Et hinc Jupiter et Saturnus prope conjunctionem se invicem attrahendo, sensibilibus perturbant motus mutuos, Sol perturbat motus Lunares, Sol et Luna perturbant Mare nostrum, ut in frequentibus explicabitur.

(10) *Ibid.*, p. 365, MOTT-CAJORI, p. 410. In his own interleaved copy of the *Principia* Newton had written « Graves sunt Planetæ omnes in se mutuo per corol. 1 et 2. Omnis enim attractio mutua est per motus legem tertiam. » In the printed text the *omnis enim*... is left out. Indeed it only repeats what has already been stated in *cor.* 1.



Cotes did not reply to the admonition of Newton. Was he convinced? Did he recognize that he was wrong? and that he had made a blunder? I do not think so. At least not quite: I think that he became convinced that he was *right*. But that, nevertheless, he made a blunder. Indeed, the reasoning of Cotes was perfectly correct — Edleston and others notwithstanding — and he was right to point out that it is only if bodies *act* upon each other, in our case if they really *attract* each other, that the law of equality of action and reaction can be applied to them (11). He was also right in suggesting that Newton's whole reasoning is based upon this pre-supposition: of course, if a body « pulls » or « draws » (the Latin text says *trahit*) another it is also, and as strongly, drawn or pulled by it (12). But if a body is only pushed towards another? The action and reaction takes place between the pushing body, and the pushed one; and not between this latter and the body towards which it is pushed. Their reaction is not « mutual ».

That is exactly what Cotes objects to in Newton.

Let us elaborate his reasoning; let us assume, for instance, that planets are deflected from their rectilinear path and forced to move in curved lines not by a force that ties them to the Sun (as the stone that turns in a sling is dragged back by the sling) but by an outside pressure, be it « a hand », or the pressure of a Cartesian, or Huygensian, vortex; or by the rush towards it of « aethereal » particles (cf. Newton's « Hypothesis explaining the Properties of Light discoursed in my several Papers » of 1675, Th. Birch, *The History of the Royal Society of London*, London, 1757, vol. III, p. 250 sq., reprinted in I. B. Cohen, *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*, Cambridge, Mass., 1958, p. 180 sq.); or by the continuous place-shifting of « grosser » and more « tenuous » particles of the aether (cf. « Letter to Boyle » of

(11) The « third law » is somewhat tricky in its application and we must be careful not to extend it beyond its limits: dynamics (in common life *action*, and even *attraction*, is, alas, as often as not unilateral), and not forgetting that, *stricto sensu*, it implies either contiguity or immediate action at a distance. Indeed, in an action through a medium it takes place only between the contiguous parts of this medium and not between the objects (bodies) acting and acted upon.

(12) Even in this case, if the body is pushed not directly, but, say, by a stick, or pulled by a string, the application of the law is not immediate.

Feb. 28, 1678-1679, *The Correspondence of Isaac Newton*, vol. II, p. 288 sq., London, 1960 and « Letter to Halley » of July 27, 1686, *ibid.*, p. 446 sq.); or, finally, by the action of an « elastic aether » of which the density (and therefore the pressure) increases with the distance from the Sun (the « hypothesis » of query XXI of the 2nd English edition of the *Optics* of 1717) : the planets will be pushed towards the Sun; but the Sun will *not* be pushed towards the planets. Thus « somebody » could, indeed, say that « the planets are attracted by the Sun (as Leibniz did it in his *Testamen de Motuum Cœlestium Causis*). But he would certainly be wrong to assume that this « attraction » would be « mutual ». All the more so as, in the case of such — or analogous — mechanism, we could, as Huygens has shown (13), dispense with the Sun altogether.

Newton tells us that he had made experiments with magnets and iron... and demonstrated, thus, that the law of equality of action and reaction is valid in the case of magnetic attraction. Herefrom he can rightfully conclude that magnets really « act » upon iron or, in Cotes' terms, that we have here a case of attraction « properly so-called ». This, indeed, is extremely important : it excludes from the field of magnetism the kind of unilateral action, that was thought possible even by Gilbert and Kepler, by which the terrestrial magnet attracted iron without being attracted by it, or the Sun attracted and repulsed planets without being affected itself by this action.

As a matter of fact Newton could have asserted that this « attraction » was mutual — and equal — even without having performed his experiment : we can hardly assume that a magnet « drags » a piece of iron towards itself without at the same time « tending » towards that piece of iron. On the other hand it is just the unilateral character of this « tending » that is excluded by the subjection of magnetism to the « third Law ».

The case of Earth alleged in the second edition of the *Principia* is already somewhat more difficult. Of course, if the Earth holds together by « attracting » its parts, this « gravitation » will not be a unilateral action or a « tendency » of these parts towards the whole, but a mutual action; and the Earth and its parts will have

(13) Cf. his *Discours sur la cause de la pesanteur* published as an appendix to his *Traité de la lumière*, Leiden, 1690; *Œuvres complètes*, vol. XXI.

« gravity » or « weight » towards each other. But from the fact that a) the Earth does hold together and b) does not run away into space with an always increasing speed, we can hardly conclude that it is really held together by such an attraction. Could not it be pressed together by an external action?

As for the planets their case is obviously completely different; we do not even know whether they are *really* « attracting » each other — attraction, according to Newton's repeated assertions, may be *really* pressure, or whatever else — we only know that they are subjected to centripetal forces. To assert that these forces are « mutual », because *omnis attractio* is such and obeys the third law is, obviously, begging the question. Or even worse, to commit a *petitio principii*.

Yet we can hardly ascribe to Newton such an elementary fallacy; we have, therefore, to try to explain his reasoning in some other way. But the only way to do it, at least so it seems to me, is to admit that for Newton « attraction », all the pseudo-positivistic and agnostic talk notwithstanding, was a real force (though not a mechanical and perhaps not even a « physical » one) by which bodies *really acted* upon each other (though not immediately through void, but by the means of an *immaterial* link or medium), and that this « force » was somehow located in, or connected with, these bodies and was also dependent on, or proportional to, their masses. In other words, as Cotes has put it, that this attraction was a « properly so-called » one.

The only error that Cotes committed was to assume that this conception was an (unconscious or tacit) « hypothesis » made by Newton in order to permit him to subject that « attraction » to the provisions of the third law, whereas for Newton — as he tells Cotes, and as he tells also in the third *Regula Philosophandi* of the second edition of the *Principia*, as well as in the *Scholium Generale* of the same — attraction is an experimentally or, better, empirically ascertained and demonstrated fact (of which only the « cause » is unknown) and by no means a « hypothesis ».

Cotes seems to have understood it perfectly well : he blundered in treating attraction as a « supposition ». Thus he became convinced, or confirmed in his conviction, that attraction was, as a matter of fact, a property of body, and even a primordial one. Accordingly, he said so in his *Preface*. At first he even overshot

the mark and wrote that gravity (attractive power) was an *essential* property of body. This was an obvious error (14) for which he was taken to task by Clarke, to whom he submitted the draft of his preface (15). He answered that he did not mean « essential » to be taken in the full sense of the term; he only wanted to indicate that, as we do not know what matter really is, we may ascribe to it all kinds of properties; namely, all those that, by experience, we learn it possesses (16) : « Sir : I return you my thanks for Your correction of the Preface and particularly for Your advice in relation to that place where I seem'd to assert Gravity to be Essential to Bodies. I am fully of Your mind that it would have furnish'd matter for Cavilling and therefore I struck it out immediately upon Dr. Cannon's mentioning Your Objection to me, and so it never was printed... My design in that passage was not to assert Gravity to be essential to Matter, but rather to assert that we are ignorant of the Essential properties of Matter

(14) It is rather clear that, as long as one remains a partisan of atomism and « mechanical philosophy », that is as long as one considers « matter » to be nothing else than something that « entirely and adequately » « fills » space, it is impossible to include forces — repulsive no more than attractive — in the essence of body, which is then fully determined by extension, impenetrability, hardness, mobility and inertia. Or, of one prefers, the only « force » that can be included in it is the (pseudo) force of inertia.

(15) Clarke's letter has not been preserved and one can only infer its contents from Cotes' answer.

(16) Cf T. EDLESTON, *Correspondence of Sir Issak Newton and Professor Cotes*, London, 1850, p. 158. Newton shared this view. Thus, in the *General Scholium* (an addition to the second edition of the *Principia*) he wrote (cf. p. 546 of the MOTT-CAJORI translation) : « What the real substance of anything is we know not. In bodies we see only their figures and colours, we hear only the sounds, we touch only their curved surfaces, we smell only the smells, and taste the savours; but their inward substances are not to be known either by our senses, or by any reflex act of our minds. » In the unpublished drafts of this passage he went even further (cf. A. R. HALL and M. B. HALL, *A Selection from the Unpublished Scientific Papers of Sir Isaak Newton in the Portsmouth Collection, Cambridge University Library*, Cambridge, 1962, p. 356 sq.) : « Substantias rerum non cognoscimus. Nullas habemus earum ideas. Ex phenomenis colligimus earum proprietates solas et ex proprietatibus quod sint substantiæ. Corpora se mutuo non penetrare colligimus ex solis phenomenis : substantias diversi generis se mutuo non penetrare ex phenomenis minime constat. Et quod ex phenomenis minime colligitur temere affirmare non debet.

« Ex phenomenis cognoscimus proprietates rerum et ex proprietatibus colligimus res ipsas extare easque vocamus substantias sed ideas substantiarum non magis habemus quam cæcus ideas colorum...

« Ideas habemus attributorum ejus sed quid sit rei alicui substantia minime cognoscimus. »

and that in respect to our Knowledge Gravity may possibly lay as fair a claim to that Title as the other Properties which I mention'd. For I understand by Essential Property such property without which no other belonging to the same substance can exist : and I would not undertake to prove that it were impossible for any of the other Property of Bodies to exist without even extension (Cambridge, June 25, 1713) ».

Whereupon he corrected his text, and as Dr. Cheyne some years before (17), stated that attractive power was a *primordial* property of body : *Inter primarias qualitates corporum universorum vel Gravitatis habebit locum, vel Extensio, Mobilitas et Impenetrabilitas non habebit.*

Alexandre KOYRÉ.

(17) Cf. Dr. George CHEYNE, *Philosophical Principles of Natural Religion*, London, 1705, p. 41 : « Attraction or Gravitation is not essential to matter but seems rather an original Impress which continues in it by virtue of the Omnipresent Activity in the Divine Nature of which it is a Copy or an Image in the low degree suitable for the gross creatures and so may be now recon'd among the primary Qualities of Matter without which as it is now constituted matter cannot be. » Dr. CHEYNE added (p. 42) that it could not be explained mechanically. » J. ROHAULT, *Système of Natural Philosophy*, illustrated with Dr. Samuel CLARKE's Notes; taken mostly out of sir Isaak Newton's *Philosophy*, vol. II, p. 96 (Part. II, cap. XXVIII, note 12), London, 1723 : « Gravity or the weight of Bodies is not any accidental Effect of motion or of any very subtile Matter, but an original and general Law impressed upon it by God, and maintained in it perpetually by some efficient power, which penetrates the solid substance of it wherefore we ought no more to inquire how Bodies gravitate than how bodies began first to be moved. It also follows that there is really a vacuum in Nature. »

Development of Hydrology of Continents in Russia

Brief survey

Water plays a paramount role in both the organic and inorganic processes taking place on the Earth. Due to its great importance for Nature, and consequently, for human society, a number of scientific subjects were evolved, dealing with the properties and conversions of water, as well as with the processes where water is the main element. The key subject among them is hydrology, which in its turn falls into the categories of hydrology of sea and hydrology of continents.

Soviet scientists define hydrology of continents as a scientific subject studying the distribution of waters of the Earth's surface, their regime, and the natural laws that govern their interaction with the earth's surface and atmosphere. The basic and most elaborated branch of hydrology of continents is the hydrology of rivers, whose main sections are devoted to a study of flow and river bed evolutions.

Before the Great October Revolution, hydrology of continents, which appeared in Russia in about the '80s of the 19th century, was included in the course of Physical Geography, and, to some extent, in the course of hydraulic engineering and meteorology. It was only in the '20s of this century that it became an independent scientific subject. Thus, the development of hydrology of continents in Russia can be divided into two periods: prerevolutionary and Soviet.

The first period, which takes its beginning in the hoary past, is characterized by an accumulation of facts, and first of all of hydrographic data on some of the water basins. Hydrography, i. e. the descriptive section of hydrology and hydrometry — its measuring section — was the most advanced branch of this science at that time. Although certain elements of hydrologic data were accumulated simultaneously, and some correct conceptions arose, hydrology of continents in its modern form took shape only at the very end of the first period. It was only after the Revolution, when all the

natural resources of the country became national property, and the Soviet state began to utilize them systematically, that it became possible to make a large-scale research of water basins and a thorough study of the hydrologic problems.

In old Russia the use of rivers as a means of communication gave rise to the accumulation of hydrological data and the study of river properties. The Slavonic peoples settled along the rivers enabled them to communicate with other countries. An especial role was played in this respect by the route between the Baltic and the Black Seas along the Neva, Volkhov, Lovati and Dnieper rivers (or along the Zapadnaya Dvina and the Dniester), the so-called route from « the Varangians to the Greeks », and the Volga. An act of true heroism was the navigating of the North-Eastern rivers by the Russians, commenced by the citizens of Great Novgorod and energetically promoted at the end of the 16th and the first half of the 17th century by the brave explorers.

The hydrographic study of Russia is reflected in many maps of that time. A wonderful monument to Russian hydrography is *The Book for the Great Map* (1627), which is an explanatory text for this first geographic map of the Russian State charted in 1552 by order of Tzar Ivan the Terrible, and reissued in 1627. By the end of the 17th century, Russian hydrography had garnered some extensive information on the rivers of both the European and Asiatic parts of Russia. This information, however, was far from exact, and the direction of the flow of even the largest rivers was mapped but approximately.

The Russian chronicles show that an interest in meteorological and hydrological phenomena was displayed by the chroniclers as early as the 10th century, and in the late 17th century the first episodic water gauge observations on the Moskva river, particularly observations of freshet height, were begun. There were, however, no general observations of the hydrological state of rivers (water level fluctuations, current velocity, river discharge, freezing and breaking up time). Up to the 18th century, interference in the natural state of the rivers and the utilization of their power resources were still so negligible that the hydrotechnical practical demands were met with by the water specialists' elementary knowledge of river properties.

The hydrographic surveys carried out in the first quarter of the 18th century, i. e. during the reign of Peter the Great, yielded

further substantial information on the waters of the country. Aside from the general geographic study of rivers made by travellers and expeditions, this period is characterized by the first analysis of the rivers and their divides with an eye to the engineering aims underlying the construction of man-made waterways (the Vyshnevolotskaya System connecting the Volga to the Neva, the Volga-Don Canal, etc.).

Great importance has been attached to the investigations of the Caspian Sea and the rivers of its Eastern Coast. The investigations resulted in important scientific discoveries: firstly, they finally proved that the Amu Darya did not fall into the Caspian Sea and secondly, they made it possible to chart a map of the whole Caspian Sea, showing its geographic position correctly for the first time. In 1700, D. Perry, an English captain whom Peter had invited to work in Russia, determined the water balance of the Caspian Sea and measured the Volga discharge at the town of Kamyshin. Though far from accurate, his finds were scientifically grounded.

One of the important measures taken during the reign of Peter was the setting up of the first water gauges on the Neva river, in St. Petersburg and in some other parts of the country. These were designed for systematic observations of the water level fluctuations.

On the initiative of Peter the Great, some scientific and technical books were issued, including books on hydrology and the foreign achievements in this field. All this was of a paramount importance.

Data on river and lake hydrology and hydrography were amassed throughout the 18th century chiefly from the work done on improving the existing waterways, the surveys aimed at providing new waterways (which became more marked in the last quarter of the 18th century), and the construction of water reservoirs and water plants (V. Genin, I. Polsunov, D. Golovin, etc.), as a power base for developing industry. The period in question witnessed the development of river regime study begun during the reign of Peter I. The river regime was studied by systematic observations of the water level fluctuations at water gauges. The Academy of Science (1760) and the Free Economic Society (1790) collected data on rivers and lakes by sending questionnaires to the towns and villages. This method had originated during the reign of Peter I. The most important work in accumulating hydrographic data and promoting hydrologic knowledge was done by large expeditions, especially the Academic expeditions of 1768-1774, which

surveyed almost the entire territory of Russia. The period under consideration is characterized not only by a further accumulation of empirical material, but also by initial attempts at a conscious study of some of the hydrological phenomena. Dealing with periodic long-term fluctuations of the Caspian Sea, V. N. Tatyshchev was right in explaining that this phenomenon was caused by climatic fluctuations. Observers of the Neva water level fluctuations thought they were caused by water changes, and studying the regularities of these fluctuations with an eye to employing them as a means of flood forecast. Correct judgements on a number of problems were made by M. V. Lomonosov whose tireless and diverse scientific activities left their mark on a considerable part of the above period. His judgements touched upon the corrosive effect of water on the Earth's surface; the processes taking place in river beds, the asymmetric cross-section of which he was the first to observe, and the general hydrologic cycle of which he correctly understood. P. S. Pallas, I. I. Lepechin, S. G. Gmelin, members of Academic expeditions, devoted themselves to a study of the problems of the hydrologic cycle. Basing their research on an analysis of the feeding regime of certain rivers and the Caspian Sea water balance, they claimed that rivers were fed by precipitation formed in the mountains by sea vapours. Thus, thanks to the observations of the members of the Academic expeditions, a correct surmise of the hydrologic cycle was first made in Russian scientific literature.

As before, the accumulation of hydrographic data and elements of hydrologic knowledge continued in the 19th century (up to 1875) in connection with the surveys conducted on the rivers and divide territories with the purpose of improving the existing waterways and building new ones. Beginning with the 19th century, the work on waterways was not only intensified but also centralized and planned, to a certain extent, as a result of the establishment of a Department for Waterways. The first quarter of the 19th century saw especially extensive surveys of water and hydrotechnical work on the construction of navigable canals. As before, river surveys were conducted in the main by expeditions. Stationary observations of the water level fluctuations in rivers and canals also received due attention. At that period, however, there was no adequate gauge network. The Dep't for Waterways began the important work of drawing hydrographic atlases and charts. A very valuable chart was produced in 1846 as a result of the study of the hydrographic

network of European Russia. Extensive hydrographic surveys also found their reflection in important literary works, such as *The Hydrography of the Russian Empire* by I. Ch. Stuckenberg (1844-1849), *Reference Book on Navigable Waterways in European Russia* (1854-1855) and *A Geographical and Statistical Dictionary of the Russian Empire* (1863-1886) by P. P. Semenov.

Moreover, the accumulation of hydrographic data and hydrologic knowledge was due to a further geographic study of the country, in which the Russian Geographic Society, instituted in 1845, took the most active part. The Society's expeditions paid special attention to the rivers of the Asiatic part as well as to the study of large lakes, particularly the Aral and the Caspian Seas, and obtained extensive and valuable hydrographic and hydrologic data. An ample survey of large lakes was also carried out by the Hydrographic Dep't of the Naval Ministry. This survey was begun in the later half of the 19th century and resulted in the publication of a detailed atlas of the Caspian Sea and hydrographic charts of the Aral, Lagodad and Onega Lakes. The geographic society centered its attention on the problem of the ancient flow of the Amu Darya River. Credit goes to the Russian Geographic Society for its initiative in analyzing the freezing and breaking up periods of Russian rivers, as a result of which M. A. Rykachev was able to publish his *Water Freezing and Breaking up in the Russian Empire*. Though published in 1886, this paper is still of some importance today.

The development of hydrologic knowledge of the period under review was influenced not only by the needs of navigation and a general geographic study of the country but also by the demands of the agriculture, particularly in the field of melioration.

It was at the beginning of the 19th century, that the country began to fully realize the necessity of training engineers of communications, including waterway engineers. The St. Petersburg Institute of Communication Engineers, opened in 1809, proved to be an outstanding institution for the training of first class specialists who later composed the main body of progressive scientific and technical thought in the field of hydrotechnics and hydrology. During the above period the correct ideas were formed on the hydrologic cycle, and that the atmospheric precipitation is the source of river feeding. Moreover, some of the laws pertaining to the evolution of river beds were elucidated. All this was reflected in Russian scientific literature. To cite a few examples, K. M. Bear

explained river assymetry as a function of the daily rotation of the Earth. *The Reference Book on Navigable Waterways* put out in 1854-1855 rightly commented on the prevalent effect of high water on the evolution of river beds and on the reverse changes in beds under the effect of low water.

In his lectures I. P. Glushinsky gave a scientific description of the evolution of river beds and showed that the river bed sinuities were a result of centrifugal force.

After the abolition of serfdom (1861), the necessity for economic development caused the Russian Government to pay more serious attention to the promotion of inland waterways.

In 1875, owing to the needs of a comprehensive river atlas, and thanks to the initiative of Admiral K. N. Posyet, the Minister, a Navigation Descriptive Committee was set up under the Ministry for Communications. P. A. Fadeyev was made chief of the Committee. The survey crews assigned by the Committee either studied or carried out reconnaissance of all the most important rivers in both parts of Russia, beginning with the late '70s, considerable straightening work was organized on a number of large rivers. Aside from describing rivers, major attention was paid to the study of the country's relief. A. A. Tillo's work made it possible to obtain fundamental orographic data on the river basins. The Navigation Descriptive Committee laid the cornerstone for the organization of a gauge network which became a reliable base for studying the regime of river and lake levels. As early as 1876, the Russian inland waterways were furnished with 132 permanent gauges. This number increased to 384 by 1890. Gauging stations were set up on a number of large rivers and began measuring the water velocities and discharge, which enabled the scientists to determine, for the first time, the runoff coefficients of the Volga, Dnieper, and the Oka rivers. One of the most important achievements of the Navigation Descriptive Committee was the training of hydraulic engineers prominent among whom were N. A. Boguslavsky, V. M. Lochtin, N. S. Lelyavsky, V. G. Kleiber, etc.

As a result of the study of rivers undertaken by the Ministry for Communications, a number of valuable works on the hydrology of some rivers and river systems appeared. Analyses of theoretical problems of hydrology were also made. Books dealing with hydro-metric calculations were printed. At that period, the Ministry for Communications called annual Conferences of Russian Waterway

Specialists, which considerably contributed to the development of hydrology.

As early as the third quarter of the 19th century, it became necessary to improve the water regime of lands, i. e., to carry out draining and irrigating operations in the first place. Beginning with 1873, the Government organized a few meliorative expeditions under I. I. Gilinsky, the most important of which was the Western Expedition for draining the Polesye (Woodland) [1873-1898] and the Expedition for irrigating the South and the Caucasus (1880-1902). Apart from the study of the water regime in the regions of their activities, the main tasks of the expeditions consisted of draining, irrigating, and watering operations. Though the work of the expeditions was of minor practical significance, the data concerning the hydrology and stream-flow regime of vast areas of the country obtained by them helped to settle many problems pertaining to the hydrology of continents. In this respect, the discussion of the problem of the hydrologic role of swamps was very important in connection with the work done by the Western Expedition in draining the Polesye, which proved the expedience of draining swamps from both the economic and hydrologic points of view. The expedition practically turned down the idea that the draining of the Polesye swamps would result in the decrease of the Dnieper summer flow.

A special expedition (1892-1893), headed by V. V. Dokuchaev, and the expedition (1895-1900), headed by A. A. Tillo and F. G. Zbroghek, were scientifically of major importance. The first analysed and registered different ways and means for running forest husbandry in the Russian steppes, and the second studied the main rivers in the European part of Russia. Both expeditions confined themselves in the main with scientific and research problems and strove to draw up practical measures for the protection of waters and the improvement of aquicultural economy.

The plan of regulating aquicultural economy in the Russian steppes drawn up by Dokuchaev envisaged many measures, including river control, the digging of pools, and planting of forest belts. Dokuchaev's expedition was the first to apply the present popular method of examining hydrologic elements on special experimental plots. The expedition for the investigation of the sources of the main rivers in the European part of Russia studied a variety of problems on the feeding of rivers, and the influence of the woods

and swamps on that feeding. The expedition considered the main factors influencing the rate of the stream-flow, i. e. the amount of precipitation and evaporation. The problem of precipitation and evaporation was analysed by E. A. Geyints, a member of the expedition, in his most valuable *Precipitation, Amount of Snow and Evaporation at River Watersheds in the European Part of Russia* (1898) and *The Influence of Precipitation on the Rate of the Oka Headwaters Stream-flow* (1909). The important results of the expedition also included D. N. Anutchin's extensive investigations of the lakes of the Volga's upper course recorded in his fundamental work, *Lakes of the Volga's Upper Course and the Headwaters of the Zapadnaya Dvina* (1897). The expedition proposed several practical measures on preserving the watersupply of rivers, supported the idea of afforestation, and recommended the doubtful measure of preserving swamps, as forests and swamps were considered important in preserving and regulating moisture. It was during this period the expedition leaders posed the question of organizing a Central Hydrologic Office with administrative, scientific and production functions.

Fundamental papers on hydrology appeared, which generalized the accumulated material and treated hydrology as an independent branch of science. Climatologist A. I. Voeikov's papers were of great importance for the hydrology of continents. Especially so was his outstanding *Climates of the Earth, and of Russia in particular* (1884). A. I. Voeikov advanced the idea that rivers were a product of climate, and that the stream-flow depended first of all on precipitation. Proceeding from this basic premise, A. I. Voeikov was the first to classify the rivers of the Earth according to the conditions of their feed. A. I. Voeikov also drew up the almost precise Caspian Sea Water balance. His ideas proved a firm scientific foundation for hydrology, influencing as they did the further investigations of signal import to the national economy, in the first place.

At the end of the period under the consideration, several prominent works were published which paved the way to one of the most important sections of the hydrology of continents-theory of river bed evolutions. Just as in France, Germany and some other countries, in Russia the theory of river bed evolutions was evolved by hydraulic engineers. Comprehensive theories of river-bed formation were elaborated by N. S. Lelyavsky and V. M. Lochtin, two

outstanding Russian hydraulic engineers. Besides discovering the final results of interaction between the stream and the bed, they revealed the process of this interaction and the character of the stream itself. These theories were described by N. S. Lelyavsky in his *River Flows and River Bed Formation* (1893) and *The Deepening of our Large Rivers* (1904), as well as by B. M. Lochtin in *The Processes Taking Place in River Beds* (1895). M. S. Lelyavsky clearly defined the principle of the modern theory of river-bed evolutions to the effect that it is not only the bed that governs the stream, but the stream that governs the bed as well. Striving for a deeper understanding of the processes of river-bed stream and resorting to observation data, Lelyavsky rejected the then predominant idea of parallel river streams as an erroneous one. He formulated « the law of inner or relative migration in moving liquid masses », to the effect that streams are characterized by inner particle migrations which, move, firstly, in the direction leading to points of maximum current velocities or minimum movement resistance, and, secondly, in the direction branching off from the points of high movement resistance. Due to the above and in accordance with the river bed shape, the flows can be classified, according to Lelyavsky, in two categories: a leading flow concentrated to the river channel, characteristic of pools, and the second — a radiating fanlike flow, characteristic of shallows. It is owing to the effect of these flows on the river bed that they assume their corresponding forms. Proceeding from his concepts on the inner flows in the stream and their effects on the bed, Lelyavsky censured the employment of water-tightening devices for shallow-deepening, suggesting instead his own method of lengthening the concave bank for the purpose of allowing the concentrated flow that washes out the river bed to continue in the shallow. N. S. Lelyavsky's merits lie in that he was first to study the river flows on the basis of natural measurements with an « underwater vane », which enabled him to reveal the real direction of current velocities in pools and shallows, as well as the character of interaction between the stream and the bed. Even before N. S. Lelyavsky, V. M. Lochtin pointed to the erroneous conception of those who considered the water movement as a parallel stream. When investigating the processes of the river bed, Lochtin, however, did not confine himself to the study of the problem of inner currents, but determined, in the first place, the basic elements characterizing all rivers: their water degrees,

stream gradients, and the degrees of bed washing out. He introduced the division of rivers into stable and unstable, defining the stability degree through the ratio between the mean diameter of particles forming the river bed and the water surface gradient. He also showed that the stable rivers are characterized by a regular interchange of pools and shallows. Besides, he determined that in the high water period, the water surface gradient is greater in pools, and during the low water period — in the shallows. It is this factor that governs the character of the stream work: it removes the sediments from the pools during high water, and increases the height of shallows, whereas during low water, the opposite takes place.

Considerable contribution to the theory of bed evolution was made by many other Russian engineers of that time (F. G. Zbroghek, V. E. Timonov, V. G. Kleiber, M. V. Makarov, etc.).

An analysis of the history of water investigations and the development of hydrologic science in the last quarter of the 19th century, shows that in that period the hydrology of continents was evolved as an independent branch of knowledge, occupying an intermediate position between the natural and the technical sciences.

At the beginning of the 20th century, the necessity arose of improving and developing waterways and the problem of « white coal » appeared. As a result, new water surveys were begun by the Communication Dep't, after some respite in hydrographic activity since the end of the 19th century. It should be noted that aside from the surveys of inadequately studied rivers of European Russia, considerable attention was attached to the investigation of rivers in Siberia and the Far East.

In 1909, an Interdepartmental Committee was set up in the Ministry for Communications, for the compilation of a plan of work on the improvement and development of waterways in the Russian Empire. The committee drew up a plan of the main inland waterways and another of hydrographic investigations for 1911-1915, as well as the third for hydrotechnical work on inland waterways for 1912-1916. To make the surveys of rivers and divides begun early in 1911, according to plan, a number of large survey crews were organized, headed by E. V. Blyznyak, A. A. Fidman, O. O. Teichman, L. P. Belyavin, S. A. Vasilyev, E. I. Ioganson, etc.

Their activities were supervised by the Investigation Bureau under V. M. Rodevitch, set up in 1910 and attached to the Dep't for Inland Waterways and Highroads of the Ministry for Communications. The programme of these surveys was far more extensive than that of the Navigation Descriptive Committee. Besides determining the plan and morphometric data on river beds and alluvial plains, the work also revealed their hydrologic features. In some instances, a study was made of river sediments, anchor ice, and other phenomena of the rivers winter regime.

The survey crews of the Ministry for Communications established a great number of additional gauges. The water gauge network of the Ministry for Communications consisted of 845 gauges by the beginning of 1917. In 1912, a network of permanent hydrometric stations was organized, which were intended to function for five years. During 1912-1917, their number rose to 40. The water investigations and hydrologic observations were carried out in accordance with detailed instructions whose appearance in 1912 was in itself a considerable contribution to hydrology.

Beginning with 1910, after a long respite, the Chief Dep't for Organization of Land Exploitation and Agriculture started intensive engineering-and-hydrologic investigations. The crews of the Dep't for Land Improvement and Local Offices under the Dep't limited their survey activities to Central Asia and the Transcaucasus, the future cotton-yielding districts, and to the Crimea, Siberia, Far East, and some secondary rivers in the European Russia. Unlike the investigations carried out under the Ministry for Communications, which were aimed at producing a hydrographic description of rivers (the hydrologic features were investigated only as a result of navigation requirements), the investigations under the Dep't of Land Improvement were of a greater hydrologic character, and focussed their attention on the problem of water degree of rivers and sediment runoff. In Turkestan and the Transcaucasus (1910) and in European Russia (1914), the Dep't for Land Improvement organized special offices — hydrometric units which set up a broad network of gauges and hydrometric stations. The work of the hydrometric unit in Turkestan under V. G. Glushkov proved especially intensive and fruitful both practically and scientifically.

The water investigations of those years yielded a hydrographic description of all the main and most of the secondary rivers of

European Russia, and almost all the main rivers of Asiatic Russia. The network of gauges and gauging stations was further developed, their total number exceeding 1300 by 1917. The work of the gauging stations promoted the development of the hydrometric methods and instruments.

A valuable contribution to the theory of hydrometry and the elaboration of its practical methods was made by N. N. Ghukovsky, A. V. Shafalovitch, N. N. Sokolov, A. A. Ziring, E. V. Blyznyak, A. M. Rundo, S. I. Moiseyenko, A. M. Essen, D. I. Kocherin, and in particular V. G. Glushkov whose papers were issued at the time. Hydrometric units in Turkestan and in Transcaucasian region introduced the study of river alluvium. As to the winter river regimes, not much surveying was done, though Blyznyak's observations of the Yenisei river were extremely useful. Consideration was given to the formation of anchor ice. The Englishman Plott was the first to observe this phenomenon (see Plott, *the Natural History of Oxfordshire*, Oxford, 1705) which soon afterwards attracted the attention of many explorers. Interest in this problem grew strong during this period since the St. Petersburg water supply system functioned very irregularly and vast ice gorges formed on the Neva river. It is common knowledge that the first attempts to explain the formation of anchor ice were made by F. Arago and Gay-Lussac, French physicists of the '30s of the 19th century. Many Russian scientists, including Schukin, A. F. Middendorf, V. A. Obrutshev and some others also tried to explain the phenomenon by basing their theory on the Siberian rivers. A special study of anchor ice was carried out at the beginning of this century by M. E. Tsionglinsky, V. M. Lochtin, L. K. Vladimirov, etc. The first laboratory investigations of the problem concerning anchor ice formation began in Russia in 1915. This study resulted in a new theory of anchor ice formation which was advanced by V. Y. Altberg. It was first expounded by him in his book *Examination of Anchor Ice in the Laboratory and in Natural Conditions* (Petrograd, 1916). According to his theory, anchor ice begins to form not on the water surface, as was maintained by Guy-Lussac and Lochtin, but in the thick of the stream and on the bottom, and it is not the result of overcooling of the anchor ice due to penetration of frosty air (as claimed by Schukin, Middendorf, etc.), nor is it the result of irradiation (as suggested by the American physicist Barnes). It is the result of overcooling of the water body

of the entire stream which takes place as a result of turbulent agitation and heat loss.

Russian hydrologists also contributed a great deal to the problem of stream-flow, during the period in question.

Scientifically based in the last quarter of the 19th century, the theory formulated by Voyeikov asserted that rivers were a product of their respective climates, and that discharge was, first and foremost, the result of precipitation. This theory was corroborated by the papers on discharge written by M. A. Rykachev, E. A. Geynts, E. V. Opokov, as well as by some foreign authors. At the same time, it became clear that the absolute amounts of runoff do not follow precipitation. More, the runoff coefficient was not any longer considered a constant, but a function of precipitation. As a result of the study of ground water storage and discharge, A. Penk and E. V. Opokov produced a formulation of the equation of water balance of a river drainage basin.

At the turn of this century, there appeared formulae expressing discharge in the function of precipitation. In his splendid work, *On Evaporation from the Surface of River Basins* (1911), E. M. Oldecop, the Russian climatologist, gave a more universal definition of this dependency than any of the other authors. He also classified the types of basins according to the correlation of the quantities of their precipitation, evaporation and discharge, and made a thorough analysis of discharge factors.

During the above period, great consideration was given to the elaboration of methods to calculate the maximum discharge of rain water and snow melt water. The most outstanding works in this field were by F. G. Zbroghek and N. E. Dolgov. Those by A. Pushechnikov, A. O. Karachevsky-Volk, L. F. Nicolay, R. P. Sparro, Y. V. Lange, G. I. Tarlovsky, and G. D. Dubelir should be also mentioned. In making his research paper on storm runoff, featured in the extensive article *Runoff of Atmospheric Precipitation* (1901), F. G. Zbroghek for the first time analysed the maximum discharge as a function of different correlations between the runoff lag-time, as calculated for the most remote points of a basin, and the time of rainfall. Introducing into the calculation a concept of the area of simultaneous runoff, N. E. Dolgov suggested a method of calculating storm maximum values (1908) based on actual data obtained as a result of investigating the natural runoff, which enabled him to produce a formula of the maximum discharge

with an eye to the actual conditions of its formation. The works by F. G. Zbroghek, G. I. Tarlovsky, A. N. Kostyakov, elucidated the reasons for runoff reduction as a result of increase of the drainage area.

An analysis of the development of methods for calculating the maximum runoff, in the prerevolutionary period, shows that the Russian scientists made a considerable and original contribution to this important branch of engineering hydrology.

However, it should be pointed out that the norms and formulae of the maximum discharge drawn up in the prerevolutionary period were based on limited observation data, the shortcomings of the calculation methods of that time are as follows : first, the formulae did not include the condition of a certain frequency of the rated discharge; secondly, the calculations were made with no allowance for runoff accumulation at a construction, owing to which the formulae showed only the value of the maximum ordinate in an inflow diagram, and not of the whole volume of floods.

The aquicultural practice of the Russians and other peoples of Russia, enabled the Russian scientists and engineers to promote the hydrology of continents. This refers in equal measure not only to the general problems of hydrology, but also to such branches of it as the runoff theory and the methods for calculating the maximum discharges, the theory of river bed evolution and the methods for river control, all of which is of a paramount practical importance.

No doubt, in prerevolutionary times comprehensive work was done on describing and investigating the water resources of the country. A great number of theoretical and methodological papers on hydrology were written, which showed that not only the bricks were prepared for the structure of hydrology, but also whole sections. It behove to erect the structure itself. In his article *On Hydrology* (1915) the prominent hydrologist V. G. Glushkov for the first time produced a detailed definition of hydrology as an independent science, and unfolded its contents.

It was at that period that the question of organizing a Russian Scientific Hydrological Institution arose. The matter of singling out hydrology which was included in the courses of Physical Geography and Water Data, and concentrating the investigations of hydrology in a single scientific institution could no longer be put off. The solution of this task was accelerated by the October

Socialist Revolution. The year 1919 saw the opening of the Russian Hydrological Institute, which organized large-scale investigations of the rivers and lakes of the country, and the elaboration of theoretical problems of hydrology. Suffice it to say that the results of the forty-year work of Soviet scientists in the field of hydrology are very fruitful.

J. A. FEDOSEYEV.

*Institut d'Histoire des Sciences
et de la Technique.*

Moscou (U. R. S. S.).

The Impact of Western Medicine on Japan. Memoirs of a Pioneer, Sugita Gempaku, 1733-1817

(Part II)

As time passes, though few people were well informed concerning Western knowledge, they no longer hesitated to study it. Although the study of Dutch was not yet officially permitted, people who possessed Dutch books had increased, and they did not care what the authorities thought of it. Nakagawa Jun-an (60), a fellow-doctor of mine in the same clan, was especially interested in herbal studies. He wanted to study Dutch natural history, too. Together with Tamura Ransui (61) and Tamura Seiko he had intercourse with Dutch interpreters who visited Edo every spring. One day in the spring of the eight year of Meiwa (1771), he brought me two books illustrating the inner structure of the human body; *Tafel Anatomia* (62) and *Casparus Anatomia* (63), which he said, somebody at the Hollanders' Inn would sell to those who wanted them. I could not read a single word, but the illustrations of viscera and skeleton were obviously quite different from those we had studied. Since I thought that these illustrations must have been based on experiment, I was very eager to possess the books. Since my family had been called « Dutch school surgeons » for generations, I wanted to have these books especially on my book-shelf. Being very poor at the time, however, I could not afford them; I took them to Oka Shinzaemon, a lord steward in our clan, and

(60) Nakagawa Jun-an (1739-1786), a court-physician of the Obama clan.

(61) Tamura Ransui (1716-1776), a herbalist and naturalist. In 1757 he arranged the first trade exhibition in Japan in Edo. Seiko is his son.

(62) By *Tafel Anatomia* Gempaku means the above mentioned book by Kulmus (see note 5). It came from Latin *Tabulæ Anatomicæ* in the coloured title page of the book.

(63) See note 9.

asked him to buy them. Shinzaemon said that if they were really of great use, he would arrange that our master grant the expense for them. I answered that although I had nothing in prospect for immediate use of them, I would try to make them useful by all means. A friend of mine was there, who guaranteed that I would be the last person to waste the books. Thus for the first time, I owned Dutch books.

Hiraga Gennai and I used to speak with admiration of Dutch experimental science; indeed, we thought it would be very useful if Dutch books could be translated into Japanese. Unfortunately no one had attempted this difficult task. It might have been done by some Nagasaki interpreter, but in Edo it was impossible. Even if only one book were translated, it would become a great profit. We used to think of this with the greatest regret. Once, when I got hold of Dutch anatomical books by chance, I wanted to check the illustrations against a real corpse. Fortune seemed to favour me in the beginning of the study, for I got a note from Tokuno Mambei, a retainer of Commissioner Magaribuchi Kainokami in the evening of the third of March, telling me that I might come to witness it. Kosugi Genteki, a fellow-doctor of mine, had attended a dissection as a disciple which was arranged by Yamawaki Toyo in Kyoto. He told me that what had been described as nine *zo* (64) in the old theory were distinguished as five *zo* and six *fu* in those days, but that was a late falsehood. After the dissection Toyo published *Zoshi* (Notes on Viscera). Having seen the book, I was eager to see a dissection myself; just then I got the Dutch anatomical books for the first time. I would be able to see myself which was true on proof. My heart leaped for joy. Even though it was then late in the evening, I wanted to share my good fortune with some enthusiastic fellow-doctors, Nakagawa Jun-an and others. Hastily I let them know by sending messengers through Edo in every direction. Although I had had little intercourse with Maeno Ryotaku, who was ten years older than I, it seemed he should not miss the opportunity, since he had been so profoundly interested in the study of medicine. I wanted to let him know by all means, and I had no

(64) Nine *zo* consists of five external organs, viz. head, ears, eyes, mouth and teeth, and breast, and five internal organs, viz. liver, heart, spleen, lungs and kidneys.

Five *zo* implies five internal organs, viz. the heart, lungs, spleen, liver and kidneys. Six *fu* implies six internal organs, viz. the large and small intestines, gall-bladder, stomach, *san chao* and bladder.

time to waste. Since I was at the Nagasaki Inn in the evening — as Hollanders were staying in Edo at that time — it was already late when I came home. But I had no possible way to let him know. After reflection for a while, I got an idea. I wrote a letter to Ryotaku at first and, after discussing with a friend of mine, I hired a sedan-chair carrier before a theater at Hongoku-cho, to bring the letter. I said to the carrier that he need not wait for an answer. In the letter I wrote about what was going to take place in the following day and I asked Ryotaku, if he wanted, to come to join us early in the morning at a tea-house in Sanya-cho in Asakusa.

The next day we assembled at the appointed place. Taking a Dutch book from his bosom, Ryotaku said, « This is *Tafel Anatomia*, a Dutch anatomica book that I bought in Nagasaki a few years ago. » We were struck by the coincidence. That was the very same edition as the book I had. Ryotaku showed us the illustrations and taught us several Dutch words he had learned in Nagasaki, such as *hart* (heart), *long* (lung), *maag* (stomach), and *milt* (spleen). All of us were quite surprised at their unfamiliar shapes, none of which we had seen before in Chinese medical books. But we were dubious until we proved it ourselves.

Then we went to Kotsugahara, the execution-ground where the dissection was to be carried out. The corpse of the criminal was that of an aged woman of about fifty years, nicknamed Aocha Baba (Old Mother Green Tea), born in Kyoto. It was an old butcher who made the dissection. We had been promised an *eta* (65) named Toramatsu, known for his skill in dissection, for the dissection on that day, but because of his sudden sickness his grandfather came in place of him. Although ninety years old, he was a healthy fellow and told us that he was experienced in dissection, having dissected bodies from his youth. According to him, in dissection up until that time, people had left it in the *eta's* hands, and he had taught them where the lungs, kidney, and other organs were. After such instruction, they had pretended they had studied directly the internal structure of the human body. Since the viscera naturally had not been labelled, people had to be satisfied with the butcher's pointing them out, and they asked no more. On that day, too, the old butcher, pointing here and there, showed us the heart, liver, gall bladder, stomach and other previously unknown things. Their

proper positions he had learned by experience, without, however, knowing their names. According to our anatomical tables, some of them turned out to be arteries and veins and suprarenal bodies. The old butcher also told us that none of the attending doctors ever bothered to identify them. Comparing the various organs with the illustrations in the anatomical tables, Ryotaku and I confirmed the accuracy of each of them. We could not find such things as the six lobes and two ears of the lungs, and three lobes on the left and four lobes on the right, of the kidneys, as has been described in the old medical books. The structure of the lungs and liver and the position and shape of the stomach and intestines were quite different from what had been believed according to old Chinese theory. I had heard that two official doctors, Okada Yosen and Fujimoto Ritsusen, had performed such dissections seven or eight times and each time had noted the same variation from traditional medical theory. They had published a paper questioning whether there were any anatomical differences between a Chinese and a foreigner. After the dissection, we wanted to examine the shape of a skeleton; so we picked up some bleached bones on the execution-ground. Here again we admired the accuracy of the Dutch anatomical tables.

On the way home we talked with excitement about the experiment. Since we had served our masters as doctors, we were quite ashamed of our ignorance of the true morphology of the human body, which was fundamental knowledge of the medical art. In justification of our membership in the medical profession, we made a vow to seek facts through experiment. All of us agreed. Then I suggested that we decipher *Tafel Anatomia* without the aid of interpreters in Nagasaki, and translate it into Japanese. Ryotaku said although he had been wishing to begin the study of Dutch, he had no good friends to study with. He suggested that we begin the study by making use of what he remembered of the little Dutch he had learned in Nagasaki.

The next day we assembled at Ryotaku's home and began the conquest of *Tafel Anatomia*. But we felt highly embarrassed and as helpless as a small boat without a helm sailing through an ocean. We did not know what to do. Ryotaku, however, had long been planning such a study and had been to Nagasaki to learn Dutch words and grammar. He was a highly respectable person, some ten years older than we; hence we regarded him as our

natural leader and obeyed him as our teacher. I, who had not yet learned even the alphabet, began to study the twenty-five letters and then went on to learn some words.

In discussing how to begin, we thought it would be too difficult to learn the terms for internal organs first. So we began with the first diagram which was the front and back sides of the human body, for the names of the external features were already known to us. We checked the symbols of the diagram and explanation. This was our first step in the translation, which was later completed in a volume treating of morphological terminology.

At the beginning, since we did not comprehend such auxiliary words as *de* (the), *het* (the, it), *als* (as), *welk* (which), our gradually increasing vocabulary was of no value in conjecturing the meaning of the sentences. For instance, we spent a whole long spring day pondering over such a simple line as « *wyn-brauen* (eyebrow) is the hair which appears over the eye ». On another day, when we met the word *verheffend* (66) in the explanation of the nose, we could not understand it. In those days we did not yet have a Dutch-Japanese dictionary. The only help was a small dictionary (Dutch thorough Dutch), which Ryotaku had brought from Nagasaki. In it we found a note on *verheffend* as « a cut-end of a branch of a tree *verheffend* », and also « a dust-heap *verheffend* » (67). We pondered over the word for a long time as usual but still could not understand it. In those days we did not yet have a Dutch-tree would be lifted up when recovered, and also a dust-heap was lifted up; therefore, I suggested that it be translated as « lifted up ». Every one thought this very reasonable, and it was agreed to be a fitting translation. I did not know how to express my joy

(66) *Verheffend* is the closest word to the pronunciation written in *katakana* letters in the memoirs for the Dutch word, however, instead of it, *vooruitsteekend* is to be seen in the place, as follows : « Nasus, de Neus, is een dubbeld uitgehold en midden in het aangezigt zigbaar *vooruitsteekend* deel, het welk zig boven de opening des mondes, onder het vochoofd, tot agter boven aan het verhemelte uitstrekt. » (Kulmus : *Ontleedkundige Tafelen*, p. 120.) A few lines under this sentence on the same page we find also : « Dorsum, de rug, naamentlyk de *verhevene* lange der Neus. » *Verheven* seems to be closer than *vooruitsteekend* to the word written in *katakana* letters. But we must remember that Gempaku was eighty-two years old when he wrote the memoirs recollecting his translation more than forty years before.

(67) It would be strange if « a small dictionary » could give such detailed explanations. Besides that, no dictionary gives interpretations of a word in such a quiz-like way as he reported.

at the moment; I felt as if I had found the most precious jewel in the world.

Thus we translated by conjecture, word by word, and gradually these increased in number. In such a word as *zinnen* (spirit), however, we were far from a correct conjecture. When we met difficult words, we thought we would get them someday, so we marked them with a cross in a circle, which we called « a bridle cross ». How often we had to mark with bridle crosses! In this way we met together six or seven times a month without fail, on the appointed days, and laboured on with much toil. After a year when our translation work had advanced a little, we seemed to arrive at a better understanding of the country. We had advanced so far as to be able to decipher ten lines or more a day without much difficulty. Sometimes we consulted interpreters on their annual visit to Edo each spring. Sometimes we ourselves dissected animals and examined them. After two or three years of hard study everything became clear to us; the joy of it was as the chewing of sweet sugar-cane. The appointed days of meeting were as impatiently awaited as are festivals by children. In the meantime other people of like mind joined us. Since I had made up my mind to publish the translation as soon as possible, each evening I wrote down what I had learned at the meeting that day. Elaborating expressions, the manuscripts were rewritten eleven times in four years, until at last they were put in the hands of a publisher.

This is our *Kaitai Shinsho* (New Manual of Anatomy). The new translation, *kaitai*, was given in the place of *fuwake*, (dissection). And spontaneously a new term, *rangaku* (68) (Dutch studies) arose from our society and has spread and become popular all over Japan. Although it has been two centuries since Dutch surgery was first conveyed to this country, until our attempt, no medical book in Dutch had ever been translated (69). We tried an anatomical book by accident. Is it not providential, however, that we began with anatomy, which is so fundamental to medicine?

Since the atmosphere of Edo was frivolous, some people heard

(68) The Western studies were called *Bangaku* or Barbarian studies and were represented by the Nagasaki interpreters. By coining the new term, *Rangaku*, Gempaku wanted to mean that the Western studies stepped into a new stage, and the center of the studies had now shifted to Edo from Nagasaki.

(69) Motoki Ryoi's translation in 1696 should be considered the earliest.

of our group and joined us without any purpose. When I remember the people at that time, most of them, known or unknown, are no longer alive. Miné Shuntai (70) and Karasuyama Shoen were earnest members, but they have passed on. My colleague Jun-an was indeed alive when *Kaitai Shinsho* appeared, but died before he was fifty years old. Kiriya Shotetsu, a court-physician of Hirosaki, is the only person still alive among the people with whom I had intercourse in those days. Regardless of the people, who were convinced of the soundness of the studies, there were many, who doubted and despised the work. Even in our group some people gave up the studies on their way, because they seemed to show no remarkable progress in spite of great toil and tediousness. Some had to struggle for a livelihood. Some enthusiastic people died young before finishing the work.

The members of the group naturally differed in what they aimed at. Our leader, Ryotaku, was a brilliant person, and he regarded the studies as his life work. He was so ambitious that he intended to master the language in order to learn of the West and be able to read any Dutch book. So he devoted himself to the study of a standard dictionary which was like the Kang Hsi Dictionary (71) in the study of Chinese. He avoided social intercourse and always stayed indoors, being sometimes absent even from his duty. Fortunately his master recognized his eccentricity and condoned his occasional non-attendance. He even encouraged him by presenting him with a Dutch internal medical book, Buyzen's *Practijk der Medicine* with his seal upon it. Later Hyotaku used the pseudonym « Ranka », which meant Dutchfed or a Dutch spectre, for his master used to refer to him jokingly as a Dutch spectre. Since he was in his master's favour like this, he could study as he pleased.

Nakagawa Jun-an had had a particular interest in natural history, so he wanted to study natural history abroad through Dutch studies. He was also interested in strange apparatuses and precise techniques; sometimes he invented a new one himself. He began to translate *Dutch Materia Medica*, but he died of gastric cancer before finishing it.

Katsuragawa Hoshu who had been a member of our meeting

(70) Mine Shuntai (1746-1793), a court-physician in the Takasaki clan.

(71) *Kang Hsi Dictionary*, 1716, 42 vols., containing 40,500 Chinese characters. A standard, great Chinese dictionary edited under the auspices of Emperor Kang Hsi (1655-1722), the Louis XIV of the East.

from the beginning was brilliant and outstanding. He grasped Dutch sentences and phrases more quickly than any other one, so that he was considered as reliable by fellow companions. His family had been official doctors as « Dutch school surgeons » for generations, and his father, Hosan, learned a little Dutch from Master Aoki. Considering such background of his, he might have been prepared for the studies. He did not seem to have any special purpose, he was young and endurable and enjoyed attending every meeting without getting tired.

As for me, I was quite different from those people. I was motivated by the surprise at the serious variation between Chinese theory and the Dutch anatomical tables in the first dissection I had ever attended. So I wanted to elucidate that point for medical treatment. I wanted nothing but the completion of the translation of this single book. I was not so ambitious as to be conversant with the language and to do other things. I decided to choose monochrome of red or yellow among beautiful multichrome and discard the rest. Since Wani of Kudara (ancient Korea) had conveyed Chinese characters and brought Chinese books for the first time to this country in the era of Emperor Ojin (72), emperors for generations for many centuries sent students to China to study, laying the foundation of the flowering Chinese studies in this country to-day. Considering this, it seems to be impossible for Dutch studies which have been just begun to be completed in a short interval. Therefore, what I aimed at was only to show the important variation of the human structure from what had been described in Chinese books. I wanted no further. So I translated in the evening at home what I deciphered in the meeting on the day, collecting the manuscripts.

People in my group used to laugh at my impatience. I would answer, « An excellent man should not go away with grass and trees. You are healthy and young, I am of ill health and old, and I am afraid that I will not be able to see the completion of the studies. A man's life and death is not to be fore-known. We have a saying, "Whoever begins earlier, rules over others, and whoever begins later will be ruled by others". Therefore I make haste. At the time when you finish the work, I will be already under the

(72) It is believed that Wani brought Chinese classics such as the Confucian Analects and Thousands Characters to Japan in the third century.

earth and gaze in the grave. » People such as Katsuragawa laughed much and nicknamed me since then « in the grave ». Time flies. After three of four years we advanced so far that we could explain in outline to the people who came to us the essence of Western theories on viscera, vein, nerve, skeleton, joint, etc., with what we had grasped.

It was before I published *Kaitai Shinsho* that an official doctor named Tatébé (73) Seian at Ichinoseki heard of me and wrote to me asking some questions on Dutch medicine. In his correspondence he admired my medical achievement. He seemed to be of the same mind as I, although we had had no acquaintance with each other. He regretted that Dutch school surgery had been based upon only the secret book written in *katakana* (Japanese alphabet). Genuine Dutch school medicine would arise, if educated people could translate Dutch books into Japanese as Buddhistic scriptures had been translated into Chinese. That was what Seian had been thinking of for twenty years. It is really an excellent opinion. Since then we had exchange of correspondence. The letters were preserved by my disciples, entitled as *Rangaku Mondo* (Catechism on Dutch Studies), which was later published as *Oranda Iji-mondo* (Catechism on Dutch medicine) (1795).

Since I was by nature rude and uneducated, I was not so confident in making people understand what I translated. However, if I had left it to other people, I could not have got the meaning across. So I had to compose it myself. Sometimes I had to write only as I grasped them, where I guessed there must have been exquisite implications. For instance, when we want to go to Kyoto from Edo, the alternatives are Tokaido and Tozando. The most important of all is to take either way westward. Then we will reach Kyoto eventually. Just like that my intention was to indicate the main route in Dutch studies. I did not know how Buddhistic priests had translated Sanscrit scriptures. Since nobody had ever translated Dutch books before us, it was impossible to expect preciseness in detail. First of all, we doctors, ought to know the real structure of viscera and their proper function. That was what I intended. So I hurried the translation to make the outline comprehensible to anybody in comparison with the conventional medical system which doctors had always studied. I wanted to translate in Chinese

(73) Tatébé Seian (1712-1782), a court-physician to Lord Tamura of Ichinoseki. Gempaku adopted his fifth son.

terminology, if possible, but terminology used here is in most case quite different from what is used there. That was embarrassing. In the beginning, we took lucidity as our principle. Sometimes we put Dutch into its Chinese equivalent, sometimes we tried free translation, sometimes we put Dutch into Chinese characters phonetically. Elaborating expressions, the manuscripts were rewritten eleven times in four years, until at last they were finished.

In those days we did not have detailed knowledge on Dutch custom and tradition. As seen from to-day, people might point out a number of misunderstandings in our *Kaitai Shinsho*. But as the beginner of anything we should be free from such timidity as to fear accusation of posterity. Our translation was no more than what we grasped approximately. Chinese translation of Buddhistic scriptures from Sanscrit started with the *Forty-two Chapters Scriptures* (74) and gradually developed into the present *Issaikyo* (75). Such a gradual development was what I expected with our studies.

Without a person like Ryotaku, the Dutch studies would not have developed (76); at the same time, without a person like myself, the studies would not have developed so rapidly. Is not this providential, too?

After finishing the translation, we feared that some adherents of Chinese theory might not believe us, for very few people had ever heard of Dutch theory. Therefore, as the first step, we published *Kaitai Yakuzu* (77) (*Synoptic Atlas of Anatomy*), which consisted of only five folios of anatomical illustrations and explanatory notes. It looked like a brochure. Just a glimpse at it would have enlightened people as to the serious difference from the old theory.

A few years after Dutch studies were begun in Edo, the news spread to Nagasaki by Hollanders' accompanists who visited Edo every spring, and they aroused the interpreters' antipathy against

(74) The first Chinese translation of Buddhistic scripture from Sanscrit. It is a scripture in a volume with forty-two chapters.

(75) *Issaikyo* or *Daizokyo* or Complete Collection of Buddhistic Scriptures. It consists of more than 10,000 volumes.

(76) The preface of *Tafel Anatomia* was translated by Gempaku by himself, which is terrible as compared with the precise translation of the main text. Without Ryotaku's linguistic ability the translation would never have been completed.

(77) *Kaitai Yakuzu*, 1773, consisting of 5 folios; an introduction, illustrations of skeletal, visceral and vascular systems, and explanatory notes.

the rise of Dutch studies in Edo, they say. Indeed, it must have been so. For all they did was to interpret; they neither read a book nor translated. None of them knew medicine or the structure of the human body. And yet one of the interpreters is said to have made accusation against the *Kaitai Yakuzu*, saying, « There is no *gijl* (78) in the human body; *gal* must have been mistaken for it. *Gal* is namely gall. » Our success as the founder in Edo must have stimulated Nagasaki interpreters (79).

When *Kaitai Yakuzu* was finished and *Kaitai Shinsho* as the main work was also published, I was reminded of the fact that the publication of a certain pamphlet on Holland, *Oranda Banashi* (Tales of Holland), had been prohibited merely because it contained the alphabet. I was not sure whether we were forbidden to discuss any country of the West, or whether we might regard Holland as an exception. I feared I would certainly violate the prohibition if I published secretly. Since our translation, however, contained no alphabet, and since our true purpose was the development of medical science, as would be seen by any reader, I believed it would be all right. Therefore, I decided to emphasize it as an initial effort in the field of translation. Since it was the first attempt of the kind, I wanted to dedicate a copy to the Shogun. Hosan, the physician-in-ordinary to the Shogun and father of Katsuragawa Hoshu of our group, was fortunately an old friend of mine as I have mentioned. I dedicated a copy on his recommendation to the Shogun through his wife. I presented copies to several important officials, and to some nobles in Kyoto, without incident. This was the beginning of the translation of Dutch books in this country.

In anticipation I never imagined that Dutch studies would become so predominant, or have made such progress. This is pro-

(78) *Gijl* or chyle. In *Kaitai Yakuzu* Gempaku emphasized that the chyle duct was one of the three new items which had never been described before in Chinese medicine. It must have attracted great attention among medical circles in those days. The chyle duct was discovered six years before Harvey's theory of blood circulation (1628). Kulmus displays rather detailed information on the history of the discovery of chyle.

(79) In spite of Gempaku's disregard on the Nagasaki interpreters, they did contribute a great deal to the development of Western studies through their advantage of close contact with Hollanders and their competence in the language. Motoki Ryoi translated an anatomical book more than seventy years before Gempaku, and the first Dutch-Japanese dictionary was edited by Bata Seikichi, an ex-interpreter. Significant books on Western physics and astronomy were written by Shizuki Chujiro, an ex-interpreter, etc.

bably because I was not so fore-sighted. I think it probable that since Chinese studies are written in highly ornamented style, they made only slow progress, while Dutch studies were lucid and made rapid progress, because they were written in real and plain language (80). Or the rapid progress in Dutch studies might have been referred to Chinese studies which had developed our mind before-hand.

Dutch studies seemed to be in the trend of development. The above mentioned Dr. Tatébé, older than I by twenty years, and I had exchange of letters since then. He mentioned his extreme delight at my answers and in regretting that he was too old to study he sent his son, Ryosaku, to study under me. Subsequently he sent Otsuki Gentaku (81), a disciple of his, to study under me. In studying, Gentaku would not accept anything without bringing it to proof, and would not speak or write anything until he grasped it to his heart. Although he was not a man of audacity, he disliked frippery; he was born for Dutch studies. I loved his personality and talent, directing him myself, and later introduced him to Ryotaku. Realizing his personality, Ryotaku also instructed him the true essence of the studies. He grasped before long how to decipher Dutch books. In the meantime he had intercourse with Nakagawa Jun-an, Katsuragawa Hoshu and Lord of Fukuchiyama (82). Moreover he wanted to go to Nagasaki to study directly under interpreters and asked my permission. Ryotaku and I consented with pleasure. Since he was poor and I could not afford to finance him

(80) Here we should be reminded of Thomas Sprat's saying : « A constant Resolution, to reject all the amplifications, digressions, and swellings of style : to return back to the primitive purity, and shortness, ... bringing all things as near the Mathematical plainness, as they can : and preferring the language of Artizans, Countrymen, and Merchants, before that, of Wits, or Scholars. » Th. SPRAT : *The History of the Royal Society*, 1667, p. 113.

(81) Otsuki Gentaku (1757-1827), a disciple of Tatebe Seian at first, then came to Edo to become a disciple of Gempaku in 1778, and studied under Ryotaku. His name, Gentaku, is a combination of *gen* from Gempaku and *taku* from Ryotaku. He went to Nagasaki to study in 1785, and was appointed by the Bakufu to translate Dutch books for the Bureau of Astronomy in 1811. *Rangaku Kaitei*, 1788, *Chotai Kaitai Shinsho*, 13 vols., 1826.

(82) Lord of Fukuchiyama, Kuchiki Masatsuna (1750-1802), known for his collection of domestic and foreign coins. *Seiyō Senfu* or Western Coins. As a result of his geographical study he published *Shinsen Taisei Yozysetsu*, 6 vols., 1789, which gives geographical descriptions of thirteen European countries with atlas and city of Paris, London and Utrecht plans.

at that time, I asked the Lord of Fukuchiyama, a colleague of mine, to take care of him. Thus Gentaku went to Nagasaki and stayed at the house of Motoki Einoshin, an interpreter, to study. After absorbing knowledge earnestly from this and that, he returned to Edo, where he could live permanently. After returning to Edo he published a book entitled *Rangaku Kaitei* (83) (Ladder to Dutch Studies), which thereafter excited many people to Dutch studies. It must have been a heavenly favour on my purpose that we had got such a book through such a person.

Many people come to me to study, but some could not stay in Edo for long, some could not concentrate on the studies because of being in public service, some were too busy earning their livelihood, some were ill, some died young, therefore few people actually finished the the studies.

Here I would like to mention some branch schools which followed after me. About the seventh or eighth year of An-ei (1778), a man named Arai Shojuro came to Hiraga Gennai to study under him. He was Nishi Zenzaburo's adopted son, being in the service as an interpreter. Since it was at our beginning of Dutch studies, I used to invite him to my house to learn *zaamenspraak* (conversation) from him with Jun-an and others. After Gennai's death he stayed at Katsuragawa's house and assisted his work. Later he came in contact with Lord of Fukuchiyama and helped him in geographical studies. The Lord was particularly interested in geography, editing a world atlas. He must have directed people in the studies in Edo. He is deceased.

There was a doctor named Udagawa Genzui (84) who was a court-physician for the Lord of Tsuyama. He was well conversant with Chinese studies and a man of erudity and good memory. He got interested in Dutch studies, learning the language under Gentaku, from whom he was introduced to me, Jun-an Katsuragawa and Ryotaku. Later he learned Dutch under Ishii Tsune-emon, an ex-

(83) *Rangaku Kaitei*, or Ladder to Dutch Studies, 2 vols., 63 folios, 1788. It treats of the history of Dutch studies in this country in the first volume, and an introduction to the grammar in the second volume. As the first self-taught Dutch book, it aroused a great sensation.

(84) Udagawa Genzui (1755-1797), a court-physician of the Tsuyama clan. He studied Dutch under Katsuragawa Hoshu. *Seisetsu Naika Sen-yo*, 1793, is a translation of Johannes de Gorter : *Gezuiverde Geneeskunst, of Kort Onderwys der Meeste Inwendige Zieten; Ten nutte van Chirur-gyns*, Amsterdam, 1744. It was the first translation of Western internal medicine.

Nagasaki interpreter and vassal of Lord of Shirakawa. Being brilliant and forbearing, he made a great advance. He translated a book into 18 volumes entitled *Naika Sen-yo* (Concise Manual of Internal Medicine). Although concise, it was the first translation of internal medicine in this country. Unfortunately he died at forty-three years of age. The publication of *Naika Sen-yo* was finished posthumously.

There was a doctor named Koishi Genshun (85) in Kyoto, who was a disciple of Dokushoan (86) and was enthusiastic in medicine. On reading our *Kaitai Shinsho*, he became dubious about the variations from the old theory and he tried dissections many times, being so much impressed at the soundness of the book. Being greatly delighted at our book, he inquired of me on some difficult points in correspondence since then. When I accompanied my master to his country in the autumn of the fifth year of Temmei (1785) and stayed in Kyoto on my way home, he came to see me day and night to ask questions. Later he came to Edo and stayed at Gentaku's for almost a year to discuss the matter with our group. Although his intention was not in Dutch studies, he used to lecture on *Kaitai Shinsho* to his students after returning to Kyoto. This is an example of our having inspired Kansai people.

There was a man named Hashimoto Sokichi (87) in Osaka, who is said to have supported his parents and earned his livelihood by drawing arms on umbrellas. Although he was uneducated, he was smart so that some rich merchants in the town took care of him and sent him to Edo to study under Gentaku. For a short interval of stay he studied hard, grasping the outlines of Dutch studies. After returning to Osaka, he made a great advance in the studies and later he practised Dutch school medicine. He has disciples and has translated some Dutch books. He has influenced people in the studies in middle and western Japan and is predominant to-day. The above mentioned Genshun helped and encouraged him at first when he returned to Osaka.

(85) Koishi Genshun (1743-1808), a doctor in Kyoto. An early supporter of Dutch school medicine in Kyoto.

(86) Nagatomi Dokushoan (1732-1766), studied Chinese medicine under Yamawaki Toyo. Later he went to Nagasaki to study Dutch medicine in Osaka.

(87) Hashimoto Sokichi (1763-1836), a pioneer of Dutch studies in Osaka. He is also a pioneer in electricity and published a book on it. *Oranda Shisei Electeru Kyurigen*, 1811.

There was a strange man named Yamamura Saisuke who was a vassal of Lord of Tsuchiura. He came to me to study with his uncle, Ichikawa Kozaemon's introduction. But as I was retired and had left the work to my disciple Gentaku, I let him study under Gentaku. He was a brilliant man and specialized in geography. Later he revised *Sairan Igen* (88) by Master Hakuseki into 13 volumes, which were dedicated to the Shogun with a recommendation of Master Ritzuzan (89). Besides, he got the Shogunate's order to do translation, but unfortunately he died early without finishing the work. His geographical works introduced a great deal of information unknown to Chinese. That should be regarded as a merit of the development of Dutch studies.

Ishii Tsune-emon, an ex-Nagasaki interpreter named Bata Seikichi, transferred his hereditary profession to other people and came to Edo. He became a vassal of Lord of Shirakawa in the middle of Temmei (ca. 1785). Learning of his former profession, the Lord made him translate Dodoneus's *Cruydt-Boek* into Japanese in about ten volumes. He also died before finishing the work. *Halma Wage* (90), the first Dutch-Japanese dictionary, which Inamura Sampaku undertook, was virtually credited to his effort. It is said that the dictionary has been a great help to the initiate. When Mr. Ishii came to Edo, it was not his normal intention to get in civil service with his former profession. But Dutch studies were so predominant in Edo in those days that he turned out to be a great help.

I have mentioned about the Katsuragawas. Hoshu (91) was so brilliant that he mastered Dutch studies and gained a widespread reputation. Since the Shogun had heard of the purpose of the studies, he was occasionally ordered to translate Western affairs, I hear. The manuscripts must be preserved in his house. I hear, he has written such books as *Oranda Yakusen* and *Kaijo*

(88) *Sairan Igen*, 5 vols., 1713, unpublished MSS. written by Arai Hakuseki (1657-1727), an outstanding official scholar, and dedicated to the Shogun. It is a world geography based upon interviews with an Italian priest Sidotti.

(89) Shibano Ritzuzan (1736-1807), an official Confucian.

(90) *Halma Wage* or *Edo Hlma*, 1796, 27 vols., 62,000 words The first Dutch-Japanese dictionary based on *Woordenboek der Nederduitsche en Fransche Taalen*. Only 30 copies were published. Fifteen years afterwards a concise edition, *Yakuken*, containing 27,500 words appeared.

(91) Katsuragawa Hoshu (1751-1809), a physician-in-ordinary to Shogun.

Bigoho, but he has not published them. He died before he was sixty years old.

There was a court-physician for the Lord of Inshu named Inamura Sampaku (92). Being stimulated at *Rangaku Kaitei* in his country, he came to Edo to study under Gentaku. Later he translated Halma's dictionary under the direction of Ishii Tsunemon into 13 volumes of a Dutch-Japanese dictionary. It is said that Gentaku introduced him to Ishii at first and lent him the dictionary. The first manuscripts were finished with the help of Udagawa Genzui and Okada Hosetsu and by coming and going to Ishii Tsunemon. Somebody assisted him in revision, I hear. Later he resigned the service for the Lord for some reason, spending his leisure time in the province of Unagami in Shimofusa. Afterwards he changed his name into Unagami Zuio and practised Dutch school medicine in Kyoto. He is also deceased, I hear. We must admit his great merit in editing a dictionary for the beginner.

The present Udagawa Genshin (93), born in Kyoto, used to have the family name, Yasuoka, in Ise. He came to Edo and was adopted by Okada. He is said to have been a disciple under the above mentioned Udagawa Genzui, we found his mind firm and attentive and thought of introducing him into Dutch studies. So he sometimes talked about him to Gentaku. Genshin resigned the adoption and recovered his family name, Yasuoka. He came to Gentaku with his master's recommendation for Dutch studies. Since he seemed to have learned so far as how to write Dutch letters, Gentaku gave him a small Dutch-Japanese word-book to copy and also let him read *Dutch Materia Medica*. He came to study every day and finally asked Gentaku for boarding in his house, which he could not manage at the time. So Gentaku asked Miné Shuntai to take care of him. But Shuntai was seriously ill in those days and died before long. Then Gentaku asked Katsuragawa Hoshu, saying, « This fellow is so much devoted to Dutch studies but has no place to study. If you would kindly take care of him, he could sometimes help you in your practice. » Hoshu accepted this at once, so Genshin entered his house to study. But still Genshin visited Gentaku quite often to ask how to translate. One day he

(92) Inamura Sampaku (1759-1811), studied under Franz v. Siebold at first, and then under Otsuki Gentaku.

(93) Udagawa Genshin (1769-1834), a distinguished Dutch scholar, having many excellent disciples. *Ensei Ihan*, 30 vols., *Ihan Teiko*, 1805.

complained that the Katsuragawas were too busy with public service and medical practice for his proper purpose of Dutch studies. In those days most of my time was also busily occupied by medical practice so that I could hardly find leisure time for proper Dutch studies. However, I was so firmly purposed in the studies that I could not help going on pushing ahead. After finishing *Kaitai Shinsho* I undertook to translate Heisters's surgery and finished such chapters as « Battle Wound » and « Tumour », manuscript of which would cover several volumes. Since I often got sick in those days, people warned me not to study hard; Gentaku advised me to relax myself and take good care of my old age in leisure and he offered to continue the work instead of me. Indeed I was getting older and had no longer endurance to fulfil a great undertaking. For a few years I had collected at any expense I could afford whatever Dutch books I happened to acquire. Thus I had got quite a collection. For I thought that it was impossible to specialize in Dutch studies without a good collection of books, and that even if I had no time to read them, they would be of great help not only to my son but also to scholars in the field. So I owned several dozens of Dutch books. I rather wanted to find an enthusiastic young man and have him married and adopt him so that he might go on with the studies in order to find pathways in the backward branches of our medicine and develop it. Therefore, I was happy to find Genshin, inviting him in order to hear what his purpose was. It coincided with what Gentaku had told me. Consequently I welcomed him home and adopted him. Having got what he wanted, Genshin was happy studying hard day and night by making good use of my library. Sometimes he sat up over night. He was so energetic that he made rapid advance, making our achievement double of what was done as before. You can imagine how delighted I was. However, Genshin was young and capricious in those days, and he became wanton. In spite of my frequent warning he went worse. I worried about him every day, fearing that he would be a disgrace to my master. Finally I had to divorce and excommunicate him, though with great regret for his ability. Since then I had no communication with him for a long time. Since our group did not have communication with him either, he became helpless, but he did not stop his studies. People such as Inamura supported him, I hear. Inamura consulted the matter with my son, Hakugen (94), in

(94) Hakugen, Gempaku's adopted son, the fifth son of Tatebe Seian.

secret, and lent him a couple of volumes of internal medicine from my library and let him translate them. In so doing they helped him in financial difficulty. Later he improved himself. Inamura was assisted by him in completing the Halma's dictionary, I hear. When Udagawa Genzui died a few years later, they looked for a man to adopt, for he had had no heir. Inamura took a role of go-between and made Genshin an heir to Udagawa. Genshin used to be a disciple of Genzui and was now an heir to the late father-in-law, having thus got status, which he had been seeking. He did many translations, published *Ihan Teiko* (95) (An Outline of Principles of Medicine), and became an authority in the field. Seeing his recovery from wantonness and having an heir to Udagawa, Hakugen and Gentaku asked me to allow intercourse with him. I consented and we re-established friendship as before. Genshin honoured me as if his master and father, and our relationship was recovered as it used to be.

Otsuki Gentaku has already won his reputation. Recently (1811) he has been ordered by the Shogun to translate Dutch books in the Shogunate Library (96). I began Dutch studies many years ago, and now a disciple of mine has won such an honour. Nothing pleased me more. This is a sign of success in the pioneer work. Genshin was also appointed for the same work. Nothing more could be added to my satisfaction. I who used to be nicknamed as « in the grave » should be grateful to Heaven for longevity. A good many outstanding scholars have sprung from disciples of Gentaku, Genzui and Genshin. They are my great-grand-sons in learning, so I do not know them. There must be spread many people under our influence in Kyoto, Edo, Osaka and in the provinces.

Many years ago Nishi Zenzaburo undertook to translate Marin's dictionary in Nagasaki but he did not finish it. Around the year of Meiwa or An-ei, Motoki Einoshin translated a few volumes of astronomy and calendar science. There was a disciple of his, named

(95) *Ihan Teiko* 3 vols., 1805. The supplementary volume of illustration, which was the first copper-plate anatomical illustrations in this country, appeared in 1808. They were drawn by Aodo Denzen, a great pioneer in the art of copper-plate engraving.

(96) In 1811, the Bakufu established a new department of translation for the Bureau of Astronomy. *Rangaku* was thus authorized by the Shogunate. Otsuki Gentaku and Udagawa Genshin joined the translation team. Their results of more than thirty years' work, the *Kosei Shimpun*, 68 vols., which is a translation of a Dutch version of Chomel's Encyclopaedia, is considered to be the most voluminous achievement in the *rangaku* period, the Age of Translation.

Shizuki Chujiro (97), an interpreter. Because of ill-health, he left his profession to some other people. On the excuse of sickness he separated himself from society, and devoted himself to reading a good number of Dutch books, including literature. Around the beginning of Bunka (1804) people such as Yoshio Rokujiro and Baba Sennosuke studied Dutch grammar under him. Sennosuke was called to Edo by the Shogunate afterwards on some temporary business and settled here since then, being exclusively in the service of translation for the Shogunate. People gathered around him to study Dutch. My son and grand-son also took lessons under him. Chujiro is said to have been the best interpreter ever since Dutch interpreters have existed. Had he not retired from his earlier profession, though, he would not have developed in that way. Our success in Edo might have stimulated him. We might say, too, that the long duration of peaceful times aided in prompting the studies.

They say that one drop of oil cast into a wide pond will spread out to cover the entire surface. Just like that, in the beginning there were only three of us — Maeno Ryotaku, Nakagawa Jun-an and myself — who came together to make plans for our studies. Now, when close to fifty years have elapsed, the studies have reached every corner of this country, and each year new translations seem to be brought out. This is a case of one dog barking at something, only to be echoed by ten thousands dogs barking at nothing. Since I am enjoying longevity, I have the privilege of being delighted and surprised at the great development of to-day.

Again and again I am especially delighted at the idea, that when the way is opened wide, doctors after a hundred years, yea a thousand years, would master real medicine, and that would be of great profit for public welfare. When I think of this, I can not help dancing and springing for joy.

That I was fortunately given by Heaven longevity and could experience the beginning of the studies myself and witness their flowering to-day, is not to be considered a good luck which is

(97) Shizuki Chujiro (1760-1806), Tadao, Nakano Ryuho, the greatest Dutch scholar who sprang from the Nagasaki interpreters' circle. *Rekisho Shinsho*, 1800, is a remarkable book on astronomy, which was based on John Keill : *Inleidinge tot de woore Natuuren en Sterrenkunde*. Leiden, 1741. He was the first expositor of Newton's theory in Japan. His *Sakokuron* or on the Closure of the Country is a translation of a part of Kaempfer's *History of Japan*, discussing the policy of isolation. About his nebular theory, see S. Yajima : *Théorie nébulaire de Shizuki* (1760-1806), *Arch. int. Hist. Sci.*, 1959, 12, n° 47, 169-170.

exclusively granted to me, but is the favour of long peace. Even the most enthusiastic people at their best in wartime and turbulent age could not have founded the studies and have led to such flowering.

This year (1815) happens to be the bicentennial anniversary of the death of the great godship of Mt. Futara (Prince Iyeyasu or the founder of the Tokugawa Shogunate), to which should be referred the unity of the country in peace.

As I have been by and by getting older and weary, it seems to be impossible that I will write another long memoirs as these, so I have written them with the consciousness that they are to be the last writings in my life (98).

Old Kyuko, at the age of eighty-three.

Presented by EIKOH MA,
Kwansei Gakuin University,
Nishinomiya Japan.

BIBLIOGRAPHY

1. BOXER, C. R. — *Jan Compagnie in Japan 1600-1850*, The Hague, Martinus Nijhoff, 1950.
2. FUJIKAWA, Yu. — *Nihon Igakushi* (History of Medicine in Japan), Tokyo, Nisshinshoin, 1931.
3. GOTO, Rishun. — *Oranda Banashi* (Tales of Holland), Edo, 1765, 2 vols., 50 folios.
4. ITAZAWA, Takeo. — *Nichiran Bunka Koshoshi no Kenkyu* (A Study on the History of Cultural Relationship between Japan and Netherlands), Tokyo, Yoshikawa Kobunkan, 1959.
5. IWASAKI, Katsumi. — *Maeno Ranka* (a biography in Japanese), Tokyo, 1938.
6. IWAKUMA, Toru. — *Kaitai Shinsho o Chushin to suru Kaiboshoshi* (A Bibliographical Study of Reference Books on Anatomy used in the *Kaitai Shinsho*), Fukuoka, 1943.
7. JANSEN, M. B. — « New Material for the Intellectual History of Nineteenth Century Japan », *Harvard Journ. of Asiatic Studies*, 20, 1957.
8. KEENE, D. — *The Japanese Discovery of Europe*, London, Routledge & Kegan Paul, 1952.
9. KOGA, Jujiro. — *Seiyo Ijutsu Denraishi* (History of Introduction of Western Medicine in Japan), Tokyo, Nisshinshoin, 1942.
10. MA, E. — « Japan's Encounter with Western Medical Science », *Bull. Hist. Med.*, 1959.

(98) In the next year, 1816, Gempaku wrote another memoirs entitled *Botetsu Dokugo*, or the Soliloquy of an Octogenarian, which was his very last writing.

11. OGAWA, Teizo. — « Meijizen Nihon Kaibogakushi (History of Anatomy in Japan in Pre-Meiji Era) », *Meijizen Nihon Igakushi*, Tokyo, 1955, pp. 47-249.
12. OTSUKI, Gentaku. — *Chotei Kaitai Shinsho* (Revised New Manual of Anatomy), Edo, 1826, 14 vols.
13. OTSUKI, Nyoden. — *Shinsen Yogaku Nempyo* (Revised Chronology of Western Studies), Tokyo, 1927.
14. SUGITA, Gempaku. — *Kaitai Shinsho* (The New Manual of Anatomy), Edo, 1774, 5 vols., 116 folios.
15. SUGITA, Gempaku. — *Rangaku Kotohajime* (The Beginning of Dutch Studies), annotated by T. Ogata, Tokyo, Iwanami, 1959.
16. SUGITA, Gempaku. — *Rangaku Kotohajime*, a modern Japanese translation by T. Ogata, Tokyo, Kogakusha, 1959.
17. SUGITA, Gempaku. — « Rangaku Kotohajime, a German translation by K. Mori », *Monumenta Nipponica*, 5, 1942.
18. UDAGAWA, Genshin. — *Ihan Teiko* (An Outline of Principles of Medicine), Edo, 1805.
19. WHITNEY, W. N. — « Notes on the History of Medical Progress in Japan, *Transaction of the Asiatic Society of Japan*, 12, 1885.
20. YAMAWAKI, Toyo. — *Zoshi* (Notes on Viscera), Kyoto, 1759, 2 vols., 83 folios.

I should like to acknowledge the kindness and courtesy in lending me the reference books and the fruitful discussion of Dr. M. Nakano, Chairman of the Kansai Branch of the Japanese Society of Medical History, Professor M. Yuasa of Kobe University and Professor K. Yabuuchi of Kyoto University. I am grateful to Professor W. D. Bray of Kwansai Gakuin University for reading my manuscript.

Notes et Documents

THE CAPILLARY ELECTROMETER THE FIRST GRAPHIC RECORDER OF BIOELECTRIC SIGNALS*

INTRODUCTION

A century ago Oliver Wendell Holmes (1) wrote, « Medicine appropriates everything from every source that can be of the slightest use to any body who is ailing in any way or likely to be ailing from any cause. It learned from the monk how to use antimony, from a Jesuit how to cure the ague, from a friar how to cut for stone, from a soldier how to treat gout, from a sailor how to keep off scurvy, from a postmaster how to sound the Eustachian tube, from a dairy maid how to prevent smallpox, from an old market woman how to catch the itch insect. It borrowed acupuncture and the moxa from the Japanese heathen and was taught the use of lobelia by the American savage. » To this we may add that it learned how to record bioelectric signals from a physicist who was investigating the use of a new principle to construct an electric motor. The physicist was Gabriel Lippmann; applying the principle to medicine was E. J. Marey. The principle was the alteration in the shape of a drop of mercury when an electric current passes through it. The instrument, known as the capillary electrometer; was the first to record graphically bioelectric signals as they arose spontaneously.

THE DISCOVERY OF BIOELECTRIC POTENTIALS

The electrical phenomena exhibited by living cells are routinely exploited for the diagnostic and physiologic information contained in them. The most familiar of these to the layman is the record of the electrical activity of the heart, the electrocardiogram. Another, the electroencephalogram, represents the functional activity of nerve cells within the brain, while a third is that from skeletal muscle, comprising the field of electromyography. All of these bioelectric signals are presented as electrographic information, i. e. the record of a characteristic voltage waveform which varies with time and represents the activity of the living cell or aggregate of cells.

It is customary to identify the beginning of electrocardiography with Einthoven (2), who, by devising the string galvanometer in 1903, was able to demonstrate the clinical and physiological value of recordings

(*) Supported in part by grant H 1757, National Heart Institute, National Institutes of Health.

of the electrical activity of the heart. The name of Berger (3) usually comes to mind when thinking of the history of electro-encephalography, for it was he who first showed that the aggregates of nerve cells in the human brain produce a recordable electrical signal. Recognition of the alterations in the electromyogram after nerve injury appears to stem from the investigations of Weddell (4) and his associates who estimated the extent of damage from recordings of the electrical activity of the muscle. Long before these studies, however, the presence of bioelectric signals had been discovered.

The electrical accompaniment of the activity of living cells had indeed been demonstrated in Galvani's third experiment on frog muscle at the end of the 18th century. The first to demonstrate this electrical phenomenon by a physical instrument was Nobili (5) in 1830, who constructed a sensitive moving magnetic needle galvanometer (a) which when connected to a « pile » of frog preparations showed a noticeable deflection. This indication was derived from what is now known as the injury current, a difference of potential between the injured and non-injured portions of muscles and nerves. Next to study this static bioelectric event was Carlo Matteucci (6), who used as his indicator an isolated frog sciatic nerve-gastrocnemius muscle preparation (the rheoscopic frog) (b) and observed strong contractions in this muscle when its nerve was inserted into a wound in another muscle. He also observed a deflection on a galvanometer appropriately connected to the injured muscle. Matteucci then discovered one of the most important characteristics of the myoelectric signal; if the muscle was stimulated while the galvanometer was connected in the manner described, the bioelectric signal disappeared, returning only after cessation of the contraction. In the final experiment, Matteucci arranged the nerve of the rheoscopic preparation across the muscle of the first (7). Stimulation of the nerve of the first evoked contractions in both muscles. He correctly reasoned that the electrical event in the first muscle stimulated the nerve of the rheoscopic preparation.

The renowned Du Bois-Reymond (8), who next investigated the electrical phenomenon associated with muscle, postulated on the basis

(a) Nobili's galvanometer consisted of a suspension of two magnetic needles mounted one above the other and in the same plane. The polarities were reversed to make the suspension independent of the earth's magnetic field. Each needle was surrounded by a fixed coil carrying the current to be measured. The coils were connected in series so that their fields imparted torque to the suspension in proportion to the current flowing in them; the rotation of the suspension being proportional to the current.

(b) The isolated frog gastrocnemius muscle-sciatic nerve preparation was for a time the physiologist's galvanometer. When the current to be detected was applied to the sciatic nerve, a twitch resulted in the gastrocnemius muscle; the force of the twitch being somewhat proportional to the current stimulating the sciatic nerve. Having good sensitivity, rapidity of response and easily obtained, it was a convenient device to demonstrate short duration bioelectric events. As such it became known as the rheoscopic or « current seeing » frog limb.

of similar experiments, that in muscle, and as we have since learned, in all excitable tissues, a difference of potential exists between the interior and exterior of the component units.

Extending his studies to man, Du Bois-Reymond showed that a galvanometer connected between the fingers of the two hands maintained a fairly constant deflection when the muscles in one arm were contracted (9); this was probably the first demonstration of the human electromyogram. He then called attention to the fact that a tetanic or maintained contraction in a muscle could be produced by an intermittent stimulation of its nerve (10), and reasoned that existing galvanometers were adequate only to detect continuous currents, not those which varied rapidly, and the constant deflections his galvanometers recorded did not give a true representation of electrical events in the muscle.

Du Bois-Reymond was quick to point out that the rheoscopic preparation did not suffer from the slowness of response of the best galvanometers of that day, and enjoyed therefore a unique advantage as a detector and demonstrator of brief electrical events.

Kölliker and Mueller (11) used the rheoscopic frog to demonstrate the presence of the electrical events associated with the beating heart. Laying the sciatic nerve across the beating ventricle of a frog's heart they obtained one and sometimes two twitches in the gastrocnemius muscle with each beat of the heart. When the rheoscopic limb was replaced by a galvanometer, only the most equivocal indications of the electrocardiac potentials were obtained.

INTRODUCTION OF THE CAPILLARY ELECTROMETER

There was thus ample evidence that bioelectric signals accompanied functional activity of skeletal and heart muscle. Yet owing to the brevity of these discharges, the galvanometers of the day, when constructed with adequate sensitivity, could not respond enough to reproduce the electrical phenomena. On the other hand, the rheoscopic frog could instantly demonstrate the presence of such signals, but could not quantitate them. Naturally there arose a great interest in the actual time and voltage course of these fleeting bioelectric events. One solution was offered by Bernstein (12) who in 1868 described a method of using slow-speed galvanometers with his rheotome (c) or current slicer to plot the electrical event accompanying the transmission of the nerve impulse. The technique imposed its own limitations, however, for rhythmic

(c) The rheotome of Bernstein consisted of a commutating switch controlling an inductorium stimulator which stimulated the nerve periodically. At a later and adjustable time, a circuit between the nerve and a sensitive slow speed galvanometer was completed for a brief interval. After several stimuli (rotations of the rheotome) the galvanometer attained a steady reading which was noted. By varying the time after the stimulus when the galvanometer was connected to the nerve, a series of readings could be made and when plotted, reconstructed the form of the nerve action potential.

stimulation of the tissue under investigation was necessary to permit sampling of the average current at various times during the bioelectric event.

With such repeated confirmation of the existence of a fleeting electrical signal accompanying the contraction of skeletal muscle, the beating of the heart and the transmission of the nerve impulse, there was need of an instrument to measure these transient electrophysiological events as they arose naturally. It was not until the capillary electrometer appeared that true bioelectric recordings could be made.

On April 24, 1876, Marey (13) announced to the Academie des Sciences in Paris that he would soon report the latest results of his electrophysiological researches using a new device known as the capillary electrometer. By the time of the regular July meeting (14), having progressed sufficiently to verify his early measurements, he described his experiments and the characteristics of his new instrument, the Lippman capillary electrometer. He reported as follows: « During April last, I indicated to the Academy the remarkable results which were obtained in electrophysiology employing the capillary electrometer of Lippmann. Whereas a galvanometer does not translate by oscillation the existence of the electrical variation accompanying a complete muscular act, the electrometer seems to give the form of this variation in all its phases, and as far as the eye can judge, reproduces in an inverse sense those of muscular work.

« I at least had the hope that if one could photograph the movements of the column of mercury of an electrometer, one would obtain the faithful expression of this interesting phenomenon. Before this time Mr. Lippmann and I have performed experiments on the subject, the results of which are set forth in the note in which appear specimens of the photographs which we obtained.

« It is not the first time that photography has been applied to the movements of a column of mercury. For many years at Greenwich the variations of the thermometer have been photographed. But toward the goal which we propose, we encountered new difficulties and we could not record in the manner which has been used up to now. In effect we used the opacity of the column of mercury to obscure at each instant a ray of light which impinged on the photographic plate.

« The image is amplified very fully so as not to diminish the luminous intensity; it appears on the plate of glass as a transverse striation whose length varies as the electrical polarity that it impressed on the apparatus. When the image is well focussed, one replaces the glass with a sensitive bromided collodion. After processing, one sees displayed the luminous image on the whole length of the photographic plate.

« With a tortoise heart, separated from the animal, the movements of the column of mercury combined with the movement of the plate gave the curve of Figure 1, of which the sinuositities correspond to the changes of intensity of the electric force of the heart. The amplitude of the oscillations correspond in the present case to 1/50 of a

Daniel cell (d). The magnitude of the movement of the plate's speed computed on the abscissa is in the vicinity of 1 mm. in 1/25th second (e).

« The auricle of a frog gave the electric curves of Figure 2. »

Immediately after the announcement of these results, practically every investigator of electrophysiological phenomena constructed a capillary electrometer, recognizing that at last a true rapidly responding electrophysiological recorder had made its appearance, and recordings of spontaneously arising bioelectric events were possible.

Fig. 1.

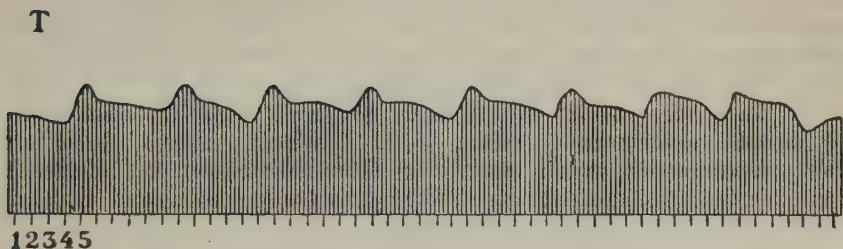


Fig. 2.

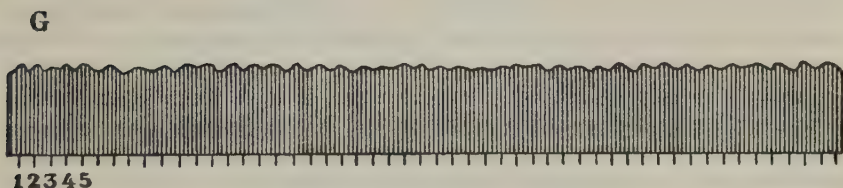


Fig. 1. — Marey and Lippmann's tortoise electrocardiogram. It is difficult to be certain of the identity of the waves because the authors did not provide enough information on the location of the electrodes. Quite probably the waves shown here are the R and T waves.

Fig. 2. — Marey and Lippmann's frog auricular electrogram. If as the authors say, the time divisions are 1/25 second, the auricular rate was 5 per second or 300 per minute, which is excessively fast for a frog heart. Very possibly the auricles were in a state of fibrillation, and if so, this is one of the earliest records of auricular fibrillation.

(d) The Daniell Cell was an early form of the wet battery. It consisted of electrodes of zinc and copper immersed in a solution of copper sulfate and zinc sulfate. The potential varied between 1.04 and 1.07 volts.

(e) It is to be noted that the recording speed used by Marey, 25 mm./second, was adapted by Einthoven in his clinical work in electrocardiography. The same recording speed is the accepted standard for recording electrocardiograms today.

CONTROVERSY OVER THE CAPILLARY ELECTROMETER

Within the next few years, as experience accumulated, two opposing factions developed. There were the strong proponents of the capillary electrometer and those who were equally opposed to its use; both groups contributed much to our present knowledge of electrophysiology. The supporters of the electrometer, under the leadership of Marey and Burdon-Sanderson, ultimately gave us the beginnings of our knowledge of the electrophysiology of the heart and the nervous system. Its antagonists, notably Einthoven, brought us the best-known instrument of electrophysiology, the string galvanometer (2).

The interval between the introduction of the capillary electrometer (1876) and Einthoven's announcement of his string galvanometer (1903) can be divided into two periods. From 1876 to 1890 electrometer records were used as they were recorded, without correction, although it was recognized that they contained a small responsetime error. After 1890 corrections were applied which were designed to permit construction of absolute electrometric graphs of the bioelectric events. Quite probably, disagreement on the magnitude of the corrections, and the inconvenience of applying them were the reasons for the continued existence of the strong anti-electrometer group.

In both periods the pro-electrometer investigators were prolific in their output; Britain was their center under the able leadership of J. Burdon-Sanderson, Professor of Physiology at Oxford. In 1876, five months after Marey introduced the electrometer, Burdon-Sanderson described its construction and his use of it to record the action potentials of muscle in an experiment to verify Du Bois Raymond's work on muscle currents (15), finding apparent contradictions to Du Bois Raymond's results, which he later corrected (16). A week later Burdon-Sanderson presented another paper to the Royal Society on the use of the capillary electrometer to demonstrate the action potentials accompanying the contraction of fly-catching plant leaves (17). In 1876, Burdon-Sanderson and Page (18) employed the electrometer to investigate the time relations of the excitatory process of the frog heart. From this and previous work they developed their monophasic action potential theory to account for the R and the T waves of the electrocardiogram. Within the next year Burdon-Sanderson, described in detail the use of the electrometer to the Physiological Society (19), showing that the electrometer was applicable not only to the study of the heart, but was an ideal and easily constructed device of great value in all electrophysiological research. This he reemphasized in a

(f) Although many investigations had been carried out on the electrical activity of the cortex, there is fairly universal agreement that Berger was first to record the human electroencephalogram. All historical reviews cite the reference given here as the first and Jasper's (*Psychological Bulletin*, 1937, 34, 411-481) excellent review documents the fact that Berger had been active in the field since 1902 and did not publish his results for many years.

later paper (20) on the relationship between electrical activity and contraction of muscle, reporting, « The results of our experiments appear to us to establish the applicability of the Capillary Electrometer as an instrument of physiological investigation, and the value of the photographic method as a means of recording electrical changes in living structures ».

As a measure of Burdon-Sanderson's success in interesting his colleagues in the electrometer, it is interesting to note that a few years later (1887) Waller (21) published his classical paper on the electrical changes accompanying the heart beat of man. His records were the first human electrocardiograms. In this penetrating and exhaustive study, Waller not only demonstrated the existence of human electrocardiac potentials but studied the effect of the position of leads applied to various parts of the body, observing that there were certain body positions which were « unfavorable » and yielded little or no signal (22). These very fundamental facts relating to the electrical axis of the heart were made use of by Einthoven in his classical paper on electrocardiography written sixteen years later.

With the value of the capillary electrometer firmly established, attention shifted from muscle to the nervous system. Gotch and Horsley described their use of Burdon-Sanderson's capillary electrometer to record the first action potential in nerve (23). To this they added a description of action potentials in the spinal cord during cortically-induced epileptic seizures, the experiment being repeated forty or fifty times with the same results. This was probably the earliest successful attempt to record action potentials from the central nervous system.

On the threshold of the era of the corrected capillary electrometer, Burdon-Sanderson reviewed the state of knowledge and the history of muscle contraction at a regular meeting of the Royal Society. An important problem of that day was the measurement of the exact interval between the action potential of a muscle and the onset of contraction itself; some workers thinking that the electrical event preceded contraction, others that it occurred after, while still others believed that they were simultaneous. This small time interval, if it existed, was at that time undetectable because of the limitations of the instruments then available. Marey's introduction of the capillary electrometer with photographic recording largely eliminated these limitations and Burdon-Sanderson was able to present to the Royal Society a series of simultaneous two-channel records of the mechanical and electrical events during muscular contraction, complete with a calibrated time scale, which demonstrated that the electrical event preceded, or at the latest was coincident with, the mechanical response (24).

The era of the corrected electrometer readings began on May 22, 1890 when Burdon-Sanderson communicated Burch's correction theory for recordings taken by the capillary electrometer (25). He showed that by a simple geometric construction, any electrometer record could

be converted into a true graph of voltage versus time. Nevertheless Einthoven continued to find fault with the electrometer until he published his own correction theory (26). Burch (27) went before the Royal Society to demonstrate that Einthoven's theory was similar to if not identical with his own, published four years earlier. To prove his point, he used Einthoven's data to correct his own records and demonstrated that the results were identical. Furthermore he showed that an additional correction which Einthoven proposed was totally unnecessary if the electrometer were properly constructed.

In spite of the disagreement over the magnitude of error in the recordings obtained with the capillary electrometer, all manner of bioelectric events were being recorded. Bayliss and Starling (28), following Waller's lead, carried out their classical studies of the mammalian electrocardiogram and many of the original investigations of the authors cited here were confirmed in full. In 1894, Einthoven (29) enemy though he was of the electrometer, published a paper describing its use with a carbon-button microphone for the recording of heart sounds, which was in all probability the earliest transduction of heart sounds to an electrical signal as it was without doubt the first electrical phonocardiograph. About this same time the capillary electrometer participated in the recording of blood pressure. Grunbaum (30) had developed a catheter-end blood pressure transducer operating on the principle of a change in the resistance between electrodes in an electrolytic capsule as the pressure exerted on the capsule varied. To reproduce these resistance changes, Grunbaum used the capillary electrometer. How practical the system was in actual operation cannot be ascertained, for his paper, in the form of a preliminary technical note, did not show any records, although it did include a promise to publish these at a later date. The authors have been unable to find these promised records, but this surely was the earliest transduction of blood pressure to an electrical signal, and any record using the system described should have afforded a far superior reproduction of the blood pressure wave than any made using equipment then in existence.

The year before Einthoven announced his string galvanometer, Burch (31) summarized his sixteen year's experience with the capillary electrometer. He told of the two hundred electrometers he had constructed and described many of the practical details of assembly. He noted with pride some of the contributions that had been made with the use of the capillary electrometer, and described his latest and best model, which he hoped would continue to demonstrate the value of the instrument in electrophysiology. Indeed, despite the appearance of the Einthoven string galvanometer, a superior graphic recorder which gave birth to clinical electrocardiography, use of the capillary electrometer continued.

To help the electrophysiologists correct their electrometer records, Keith Lucas (32) devised a most ingenious mechanical computer which automatically analyzed and corrected the electrometer records and

produced pen and ink tracings of the true voltage-time relations. With this instrument, all one had to do was to place the electrometer record on the stage of a microscope mechanically linked to the computer. The microscope cross-hairs were adjusted tangent to the electrometer record and a button was pressed, having previously calibrated the computer with a test signal. The computer calculated the true voltage and produced a record in the form of a series of points which, when joined, was a true reproduction of the electrical events.

The appearance of the Einthoven string galvanometer immediately won the support of the strong anti-electrometer group and slowly converted most of the pro-electrometer workers on the continent. After the death of Lucas during the first World War, only infrequent use was made of his most ingenious computing machine.

One of the last to use the capillary electrometer was Adrian. In his papers of 1926 and later, which are now among the classics of neurophysiology, and earned him the Nobel Prize, he used the electrometer in conjunction with a vacuum tube amplifier to achieve an overall recording sensitivity of ten microvolts and a response time of a few milliseconds. With this equipment he recorded afferent impulses in sciatic nerve which arise when the gastrocnemius muscle is stretched (33), and afferent impulses in the saphenous nerve produced by pinching the skin. Potentials arising from the stimulation of touch and pressure receptors were recorded (34), and with further refinement of the same technique, signals from a single end-organ receptor (35). Adrian then went on to record impulses from pain fibers (36) and later observed the action potentials from the optic nerve when the retina was illuminated (37). Turning his attention to the afferent system, Adrian recorded impulses in motor nerves, studying phrenic (38) and peripheral (39) nerve action potentials.

ORIGIN OF THE CAPILLARY ELECTROMETER

For many years before the fruitful collaboration of Lippmann and Marey, it had been known that the shape of a drop of mercury was altered when it carried a current. Lippmann observed that if a current were passed through an interface of mercury and weak sulphuric acid, the shape of the mercury meniscus would change in proportion to the current. Marey reasoned that by enclosing the mercury and acid interface in a capillary tube, the meniscus could be made to obscure part of a ray of light, and with suitable lenses, an illuminated enlarged shadow image of the mercury surface could be obtained. If now a current were passed across the mercury and sulphuric acid interface, the shadow would change its contour in response to variation in the intensity of the current. By placing a narrow slit between the electrometer and a moving photographic plate, the image seen by the plate would be a vertical bar of varying height with current change. Thus the electrical signal was converted to a shadowgraph and recorded photographically. Although no picture of the Lippmann-Marey capillary

electrometer could be found, Figure 3 is a sketch of the projecting capillary electrometer used by Sanderson at the Oxford Laboratory of Physiology. It consists of a type of U tube containing mercury and sulfuric acid. In the short open end of the U is dipped the capillary tube containing mercury in the top portion and sulfuric acid in the lower. Thus a circuit is completed from the large arm of the U tube to the larger part of the capillary tube via mercury, sulfuric acid, and mercury.

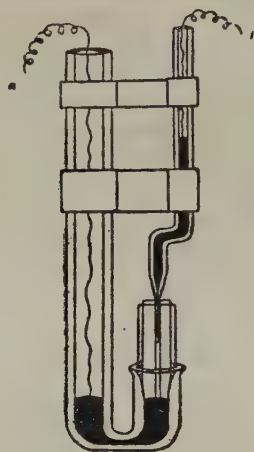


Fig. 3. — Sanderson's model of the capillary electrometer. The illuminated meniscus is contained in the capillary tube. This illustration appeared in many articles and textbooks of the period.

The mercury-sulfuric acid interface was usually illuminated by an oxyhydrogen lamp focussed on the capillary with a heat absorbing alum solution interposed between the lamp and the capillary. A slit 1 mm. in width was located immediately in front of the photographic plate so that only a shadow of the crest of the mercury was seen by the plate. The distance from the plate to the electrometer was about twenty inches.

A typical electrophysiological laboratory of the 1890's is shown in Figure 4. On the left can be seen the lamp housing with its focussing lenses. Immediately in front of it is the capillary electrometer and some twenty inches away is the photographic plate carrier, moved either by clockwork or a falling weight x . In front of the photographic plate housing can be seen various signal magnets and timing devices. Above these is a slow speed galvanometer for use with the rheotome or for direct observation of slow speed phenomena. The rest of the laboratory equipment is shown below the recording table. A few wet cells (probably Daniell, Grove or Leclanche) are visible on the left with the inductorium prominently displayed in the foreground. Various

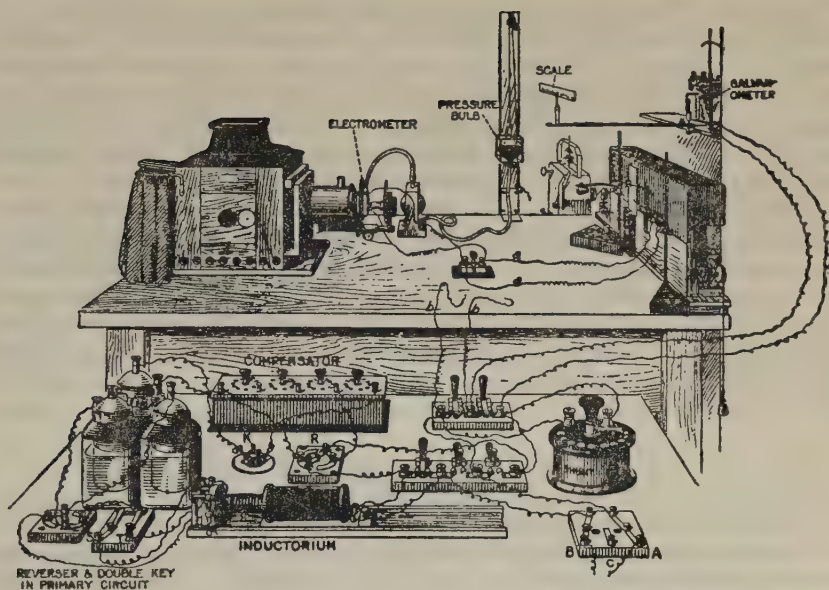


Fig. 4. — *The standard equipment of the electrophysiology laboratory of the pre-Einthoven era. The capillary electrometer is shown in the center of the figure in front of the lamp housing. The moving photographic plate, advanced by the falling weight x , is in the housing under the galvanometer.*

compensators, switches and variable resistors for calibration and current controlling purposes appear in the background.

MAREY

Of the two developers of the capillary electrometer, Marey is the better known. If Ludwig is credited with the introduction of the graphic method to Physiology, then Marey must be credited with the initiation of the electrographic method, for his tortoise and frog electrograms were the first graphic records of spontaneously occurring bioelectric events. In the same way that Ludwig's techniques founded quantitative physiology, Marey's methodology gave birth to modern electrophysiology. Moreover, his contribution made possible the integration of widely different phenomena such as the pull of a muscle and its electrical accompaniment.

Marey is perhaps best known for the law bearing his name which inversely relates blood pressure and heart rate, but the study of the heart was but one of his many interests. With his colleague Chauveau at the veterinary college at Alfort, Marey was the first to perform cardiac catheterization for recording pressures in the right atrium, and the right and left ventricles of the horse.

It is said that Marey used all of the resources of mechanics, electricity and photography to study the phenomena of living organisms from the « buzzing of a bee to the flight of birds, to small details of the locomotion of large animals and man » (40). His multiple-exposure photographs and multi-channel recordings of the gait of man and animals and the flight of birds are records of elegance (41), and have an important place in the history of cinematography.

From this broad spectrum of interests it is not surprising to note that Marey's life-long ambition was the unification and standardization of methods of observation and recording (42). His classical treatise on the graphic method (43) is evidence of his leadership in the application of the method to Physiology. This particular treatise was one of the earliest works to collect and describe all of the existing physiological recording techniques.

LIPPMANN

Gabriel Lippmann, physicist and exponent of electrocapillarity, is less well known, but there are some facts which give an insight into a rigid dynamic character. He was born on August 16, 1845 in Luxembourg to parents from Alsace and Lorraine. He was taught at home by his parents until the age of eight when he left his parental tutorship and began formal education at the Lycée Napoléon in Paris. Here an extreme rigidity of interests developed to his disadvantage. Eminently successful in those subjects which were of interest to him, he had no appetite or ability to master subjects which did not capture his enthusiasm. This trend became so pronounced that when he was admitted to the Ecole Normale fifteen years later at the age of twenty-three, he was classed as a poor student and failed in his final examinations, although his exceptional abilities in the subjects of interest to him won the respect of his most critical professors. One of them, Bertin, recognized Lippmann's special scientific and linguistic talents and set him to work abstracting German scientific papers as a collaborator in the editorship of the *Annales de Chimie et de Physique*. It was this task that put Lippmann in contact with the great contemporary developments in the field of electricity.

Later, Bertin and others equally impressed by Lippmann's abilities, secured for him a governmental scientific mission to visit various institutions of higher learning in Germany between 1872 and 1874, and to observe the teaching of science in these universities. Here, on a visit to Heidelberg, he met Kühne, the professor of physiology and it was he who introduced Lippmann to the developments in electrophysiology.

Probably the capillary electrometer was conceived during the Heidelberg visit when Kühne showed Lippmann a familiar experiment, which at the time had no satisfactory explanation. The experiment consisted of dipping an iron wire into a drop of mercury covered with dilute sulfuric acid, the droplet contracting when the iron wire touched

it. Lippmann at once recognized the effect as one of electrocapillarity and set to work immediately to investigate the variables associated with the phenomenon.

Kirchoff, the great theoretical pioneer of electrical circuitry, gave him permission to work in his laboratory. Here in 1873 Lippmann began his scientific career with an intensive study of electrocapillarity and the resistance of electrolytic solutions. On his return to Paris two years later, he was awarded the degree of Doctor of Science for this work, and thus became academically qualified, permitting him at last to concentrate only on the subjects that interested him.

In Paris he continued his work on capillary electricity under Jamin at the Sorbonne, becoming in a few years *Maître des Conférences*. In three more years he advanced to Professor of Mathematical Physics and in three more years, at the age of forty one, he succeeded his master Jamin, as Professor of Experimental Physics and Director of the Research Laboratories.

After recording the heart beat of the tortoise and frog, with Marey, Lippmann at once grasped the true significance of the instrumentation that he and Marey had perfected. He recognized that it was not only the first truly graphic bioelectric recording device of Physiology but that the graphic record itself completely eliminated the personal error in observation. It was this philosophy that guided his whole future, for he at once became interested in all manner of quantitative instrumentation.

Lippmann's publications describing instruments are many, covering the fields of electricity and magnetism, geophysics, astronomy and color photography. He was awarded the Nobel Prize, not for the capillary electrometer, but for his revolutionary theory of color photography, the citation reading « For his method based on the phenomenon of interference of reproducing colors by photography » (44).

In 1908 Lippmann was made a Foreign Fellow of the Royal Society of London. The Académie des Sciences elected him to membership and he was awarded the Legion of Honor by the French government. He was made a permanent member of the Bureau of Longitudes and awarded the Gaston Plante Prize for Physics, the Lalande Prize for Astronomy along with the Saintour and Henry Wilde scientific citations.

Gabriel von Lippmann died while in the service of the French government. He had been working on the application of the Hughes electromagnet to military surgery (45) and when the First World War was at its peak Lippmann's scientific talents were requested by Marechal Fayolle, leader of a scientific military mission to the United States and Canada. Lippmann successfully completed the lengthy mission, but in failing health, and he died after a brief illness while on the high seas en route to France from Canada, July 31, 1921.

Recognition of Marey and Lippmann's contribution to science came from Adrian in 1932. In accepting the Nobel Prize he stated that the revolution which had made possible the recording of single nerve fiber

potentials from specific receptors came not from improvement in galvanometers or recording devices, but from the combination of the capillary electrometer and vacuum tube electronic amplifier (44).

L. A. GEDDES and H. E. HOFF,
Laboratory of Biophysics, Department
of Physiology, Baylor University
College of Medicine, Houston, Texas.

RÉFÉRENCES

- HOLMES, O. W. — *Medical Essays*, 1842-1882. Boston and New York. Houghton Mifflin Co., 1883, 445 p., p. 289.
- EINTHOVEN, W. — *Ein neues Galvanometer Annalen der Physik*, 1903, 4, 1069-1071.
- BERGER, H. — Über das Elektrenkephalogram des Menschen. *Arch. f. Psychiat. U. Nervenkr.*, 1929, 87, 527-570. See note c.
- WEDDELL, G., FEINSTEIN, B., and PRATTLE, R. E. — The clinical application of electromyography. *Lancet*, 1943, 1, 236-239.
- NOBILI, C. L. — Comparaison entre deux galvanomètres les plus sensibles, la grenouille et le multiplicateur à deux aiguilles, suivi de quelques résultats nouveaux. *Ann. de Chim. et Phys.*, 1828, 2S 38, 225-245.
- MATTEUCI, C. — Deuxième mémoire sur le courant électrique propre de la grenouille et sur celui des animaux à sang chaud. *Ann. de Chim. et Phys.*, 1842, 3S 6, 301-339.
- MATTEUCI, C. — Sur un phénomène physiologique produit par les muscles en contraction. *Ann. de Chim. et Phys.*, 1842, 3S 6, 339-343.
- DU BOIS REYMOND, E. — Vorläufiger abhriß einer Untersuchung über dem sogenannten Froschstrom and über die elektromotorische Fische. *Ann. der Phys. u. Chem.*, 1843, 58, 1-30.
- Intelligence and Misc. — Articles (Translation of DU BOIS REYMOND, article). Deflection of the magnetic needle by the act of volition. *Phil. Mag.*, 1849, 34, 543-545.
- DU BOIS REYMOND, E. — Sur la loi qui préside à l'irritation électrique des nerfs et sur la modification du courant musculaire par l'effet de la contraction. *Ann. de Chim. et Phys.*, 1850, 3S 30, 178-188.
- KÖLLIKER, von R. A., MUELLER, J. — Nachweiss der negativen Schwankung des Muskelstroms natürlich sich contrahirenden muskel. *Verhandl. der. Phys. Med. Gesellsch.*, Würzburg, 1856, 6, 528-533.
- BERNSTEIN, J. — Ueber den zeitlichen Verlauf der negativen Schwankung der Nervenstrom. *Arch. f. d. ges. Physiol.*, 1868, 1, 173-207.
- MAREY, E. J. — Des variations électriques des muscles et du cœur en particulier étudiées au moyen de l'électromètre de M. Lippmann. *Comptes rendus Acad. des Sciences*, 1876, 82, 975-977.
- MAREY, E. J. — Inscription photographique des indications de l'électromètre de Lippmann. *Comptes rendus Acad. des Sci.*, 1876, 83, 278-280.
- BURDON-SANDERSON, J. — Note on the electromotive properties in muscle. *Proc. Roy. Soc.*, 1876, 25, 435-439.
- BURDON-SANDERSON, J. — Correction to note of Dec. 6. *Proc. Roy. Soc.*, 1877, 26, 332-333.

17. BURDON-SANDERSON, J. — On the mechanical effects and on the electrical distribution consequent in the excitation of the leaf *Dionaëa Muscipula*. *Proc. Roy. Soc.*, 1876, 25, 411-434.
18. BURDON-SANDERSON, J. and PAGE, F. J. M. — On the time relations of the excitatory process in the ventricle of the heart of the frog. *Journ. Physiol.*, 1876, 2, 384-435.
19. BURDON-SANDERSON, J. and PAGE, F. J. M. — On the electrical phenomena of the excitatory process in the heart of the frog and of the tortoise as investigated photographically. *Journ. Physiol.*, 1883-84, 4, 327-338.
20. BURDON-SANDERSON, J. — The electric response to stimulation of muscle and its relation to the mechanical response. *Journ. Physiol.*, 1895, 18, 117-159.
21. WALLER, A. D. — A demonstration on man of the electromotive changes accompanying the heart's beat. *Journ. Physiol.*, 1887, 8, 229-234.
22. WALLER, A. D. — On the electrical changes connected with the beat of the mammalian heart and of the human heart in particular. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 1889, 180B, 169-194.
23. GOTCH, F. and HORSLEY, V. — Observations upon the mammalian spinal cord following electrical stimulation of the cortex cerebri. *Proc. Roy. Soc.*, 1888, 45, 18-26.
24. BURDON-SANDERSON, J. B. — On the photographic determination of the time relations which take place in muscle during the period of so-called latent stimulation. *Proc. Roy. Soc.*, 1890, 48, 14-19.
25. BURCH, G. J. — On a method of determining the value of rapid variations of potential by means of the capillary electrometer. *Proc. Roy. Soc.*, 1890, 48, 89-93.
26. EINTHOVEN, W. — Hete meter von snel Wisselende Potential verschillen mit Behulp von Lippmann Capillar Electrometer. *Pflug. Archiv. f. Physiol.*, 1894, 56, 528-541.
27. BURCH, G. J. — On the calibration of the capillary electrometer. *Proc. Roy. Soc.*, 1895-1896, 59, 18-24.
28. BAYLISS, W. and STARLING, E. H. — On the electromotive phenomenon of the mammalian heart. *Monthly Journ. Anat. and Physiol.*, 1892, 250-281.
29. EINTHOVEN, W. and GELUK, M. A. B. — Die Registrirung des Herztone. *Pflug. Arch. f. d. Physiol.*, 1894, 57, 617-639.
30. GRUNBAUM, O. F. F. — On a new method of recording alterations of pressure. *Journ. Physiol.* 1897-1898, 22, 49-51.
31. BURCH, G. J. — Contributions to a theory of the capillary electrometer. *Proc. Roy. Soc.*, 1902, 71, 102-105.
32. LUCAS, K. — On a mechanical method of correcting photographic records obtained from the capillary electrometer. *Journ. Physiol.*, 1912, 44, 225-242.
33. ADRIAN, E. D. — The impulses produced by sensory nerve endings. *Journ. Physiol.*, 1926, 61, 49-72.
34. ADRIAN, E. D. and ZOTTERMANN, Y. — The impulses produced by sensory nerve endings. *Journ. Physiol.*, 1926, 61, 465-483.
35. ADRIAN, E. D. and ZOTTERMANN, Y. — The impulses produced by sensory nerve endings. *Journ. Physiol.*, 1926, 61, 150-171.
36. ADRIAN, E. D. — The impulses produced by sensory nerve endings. Part IV. Impulses from pain receptors. *Journ. Physiol.*, 1926, 62, 33-51.
37. ADRIAN, E. D. and ECKHARD, R. — Impulses in the optic nerve. *Journ. Physiol.*, 1926, 62, 22-24.
38. ADRIAN, E. D. and BRONK, D. W. — The discharge of impulses in motor nerve fibers. Part I, Impulses in single fibers in the phrenic nerve. *Journ. Physiol.*, 1928, 66, 80-101.

39. ADRIAN, E. D. and BRONK, D. W. — The discharge of impulses in motor nerve fibers. Part II. *Journ. Physiol.*, 1929, 67, 119-151.
40. MAREY, E. J. — Obituary. *Comptes Rendus Acad. des Sci.*, 1904, 138, 1185-1187.
41. MAREY, E. J. — *Animal Mechanism*, a treatise on terrestrial and aerial locomotion. New York, Appleton Company, 1874, 203 p.
42. MAREY, E. J. — International Physiological Congress (Minutes). *Journ. Physiol.*, 1898, 23, 6-7 (Suppl.).
43. MAREY, E. J. — *La Methode graphique dans les Sciences experimentales et principalement en physiologie et en médecine*. 1885 g., Masson, 663 p.
44. KAPLAN, Flora. — *Nobel Prize Winners : Charts, Indexes, Sketches*. Nobelle Publishing Company, Chicago, Illinois, 1941, 144 p.
45. LIPPMANN, G. — Sur la balance électromagnétique de Hughes et application à la chirurgie militaire. *Comptes Rendus Acad. des Sci.*, 1914, 159, 627-628.

THE EGG SHAPED STANDING STONE RINGS OF BRITAIN

Megalithic stone circle outlines fall broadly into five classes :—

- 1) True circles.
- 2) Concentric circles.
- 3) Flattened circles of two types.
- 4) Recumbent stone circles.
- 5) Egg shaped and oval « circles ».

We find also combinations of the above, e. g. where one ring of a concentric set is flattened or egg shaped. In earlier papers the geometry of the flattened circles (Ref. 1 et 2) is fully discussed and the size of the unit of length is established as being 2.72 ft., called here the megalithic yard (MY). It may be mentioned that this is within 1% of the Spanish vara. Evidence is produced in Ref. 4 that half yards were used and possibly quarter yards.

But perhaps the most interesting circles are those with egg shaped outlines. It is unfortunate that there are not very many of these left, in fact, after visiting some 500 megalithic sites I have discovered only six. Accurate surveys of all six were made and carefully reduced by a precision pantograph. Small photographically reduced copies of these will be found in this paper. It will be seen that Woodhenge actually contains six rings, so that we have in all eleven examples.

After surveying and plotting some 170 circles throughout Britain the author has gradually become convinced that all were originally set out with care to definite geometrical designs and any distortion is not to be ascribed to carelessness on the erectors' part, but rather to movements produced by natural causes over the years or to the re-erection of the stones in recent years. If the egg shaped rings are like the others there will be some geometrical plan to which they were set out. With this in mind a great deal of time was spent in trying out various geometrical constructions to fit these outlines. Eventually it was found that all eleven rings could be reduced to two construction formulae. The underlying surveys are shown and the reader may care to try to find better solutions.

It seems that there is one guiding principle common to all megalithic outlines. That is, that as many lengths as possible must be integral multiples of the megalithic yard. It will be shown that for the egg shaped rings this involves the use of right angle triangles with integral lengths of side. The best known triangle of this kind is the 3, 4, 5 triangle apparently known before Greek times. Other exact and very nearly exact ratios were possibly known to megalithic man. This seems so remarkable that it is with diffidence that the surveys and the suggested

solutions are published. It is, however, difficult to take exception to the use of the 3, 4, 5 triangle and in reading the following discussion of the theory, reference can be made to Fig. 3 which incorporates this triangle in the form 6, 8, 10 MY.

The geometrical construction. — All six cases presented fall into two groups, Type I and Type II. Since all have one axis of symmetry we need only consider one half of the figure.

Type I. — This is shown in Fig. 1. Here the quadrant to the left is drawn with centre A and radius r_1 . The right hand arc is drawn with centre B and radius r_2 . The outline is then completed with centre C and radius r_3 . Now evidently

$$r_2 = b + r_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{and also } r_2 = a + r_1 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Put } d = r_1 - r_2 \text{ then from (1) and (2) } d = a - b \dots\dots\dots (3)$$

The periphery P can now be found

$$\frac{P}{2} = \frac{\pi}{2} r_1 + r_1 \theta + r_2 \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right)$$

which, using (1), (2) and (3) gives

$$P = 2\pi r_1 - \pi d + 2a\theta \dots\dots\dots (4)$$

where $\theta = \tan^{-1} c/b$

If r_1 , r_2 and r_3 are integral multiples of the unit then from (1) and (2), a and b must also be integers. If AB (i. e., c) is also to be integral the triangle ABC must satisfy

$$a^2 = b^2 + c^2$$

in integers. So if the hypotenuse is limited to being a comparatively small number there are only a few triangles available.

Type II. — In Type II (Fig. 2) the large end is formed by an arc which is greater than a right angle and extends from E to C₁. The two arcs are joined by a straight portion C₁B₁.

We have then

$$r_1 - r_2 = AC$$

It seems possible from what comes later that the constructors wanted r_1 , r_2 , AB and CB all to be integers or at least multiples of the half or quarter yard and so again they wanted a triangle satisfying the theorem of Pythagoras in integers.

Examples of Type I, Clava. — The ring of stones outside the north cairn at Clava is a perfect example of Type I. Fig. 3 shows the survey with the geometric construction superimposed. It will be seen that $a = 10$, $b = 6$, $c = 8$, $r_1 = 19$, from which it follows that $r_2 = 25$ and $r_3 = 15$. Using these the outline fits the stones so closely

that no adjustment of any kind will improve the agreement. Probably the stone at the south west side of the ring has been re-erected.

Woodhenge (Ref 5 et 6). — This is perhaps the best known example of the egg shape. There are in all six rings. These have a common major axis which, from the post holes themselves, cannot be defined in direction any nearer than $\pm 0^\circ.5$. For our present purpose the direction chosen is that to the point on the horizon where the upper limb of the midsummer rising sun first appeared (in 2000 B.C.). The horizon altitude is $+ 0^\circ.5$, so, allowing for refraction and taking the declination to be $23^\circ.90$ we obtain an azimuth of $49^\circ.2$. This has been used although the posts indicate something perhaps $\frac{1}{2}^\circ$ further north.

In studying the rings of posts the following points emerged :—

- 1) The arcs at the large end have a common centre A.
- 2) The arcs at the small end have a common centre B.
- 3) The distance AB between these centres is 6 MY.
- 4) The arcs are nearly equally spaced with one gap.
- 5) The radius at the small end is in each ring 1 MY less than at the large end.

These facts are indisputable but in themselves do not complete the solution because the radii are not multiples of the yard except perhaps in one case.

We can now make use of the analysis given earlier.

$$\text{Here } d = 1, c = 6 \text{ and } a^2 = b^2 + c^2$$

Solving these equations we find $a = 18\frac{1}{2}$, $b = 17\frac{1}{2}$. It was the fact that these were commensurable numbers which first drew the author's attention to the possibility that in the egg rings we were perhaps dealing with the integral Pythagorean triangle. The triangle here is $12^2 + 35^2 = 37^2$ and at first sight it seems unlikely (but not impossible) that it was known and used. The fact remains that these rings were set out to centres which must have been within a few inches of the apexes of the triangle ABC defined as above. Accepting this it is still necessary to find how the radii were chosen.

The scheme used only becomes apparent when we look at the peripheries of the rings. These are 40, 60, 80, 100, 140 and 160 megalithic yards for rings VI, V, IV, III, II and I. To show that these dimensions fit we have from equation (4).

$$r_1 = (P + \pi d - 2a\theta) \div 2\pi$$

With $c = 6$, $a = 18\frac{1}{2}$, $b = 17\frac{1}{2}$ we find

$$d = 1, \theta = 0.3303 \text{ so that}$$

$$r_1 = (P - 9.080) \div 2\pi$$

The values of r_1 etc. are given in Table I. The corresponding values of r_2 and r_3 are easily found from equations (1), (2) and/or (3).

TABLE I

Ring	P	r_1	Major Axis (L)	P/L	r_1
	MY	MY	MY		ft
I	160	24.02	53.04	3.02	65.33
II	140	20.84	46.67	3.000	56.68
III	100	14.47	33.94	2.95	39.36
IV	80	11.288	27.58	2.96	30.70
V	60	8.104	21.21	2.83	22.04
VI	40	4.921	14.84	2.70	13.39

Fig. 4 is a reduced copy of an accurate survey of the concrete pillars which have been erected to mark the post holes in the underlying chalk. The survey was made by theodolite and steel tape and so may be taken as accurate. The azimuths were determined astronomically to ± 2 minutes of arc. The construction described above was set out on tracing paper to the same scale as the survey and superimposed. The agreement is probably as good as is possible with any systematic geometric construction except in one respect; the ring III with $P = 100$ falls inside the large wooden post holes marked on the survey with double rings. The excavators (Ref 5) found that there were deep cut ramps to the holes in this ring so they must have been intended for very large posts. Perhaps these posts carried a permanent roof and were intended to be outside the 100 yard ring. Whatever the reason the figures which best represent ring II are $r_1 = 15$, $r_2 = 14$, both integers.

A further examination of the agreement of the suggested construction with the other rings was made by applying the methods of Ref. 1 to determine the necessary corrections to the scale of each ring separately.

Put S = percentage correction to the size of each ring to make the agreement as perfect as possible for that ring. Then we get :

Ring	P	S
I	160	+ 0.6 %
II	140	— 1.3 %
III	100	+ 4.2 %
IV	80	— 0.1 %
V	60	+ 2.1 %
VI	40	— 1.5 %

In forming the mean it is evident that more importance must be attached to the larger rings. So we give to each value of S a weight equal to P and (omitting III) we find for the mean correction $S_m = 0.06$ %. The fact that this is so small may be considered as an interesting check on the value used for the megalithic yard, namely 2.72 ft.

It may be by accident that the ratio of P to the major axis (Table I) is exactly 3 for the ring II. The whole set of rings may be a permanent record of an elaborate empirical determination of a ring which would have, as it were $\pi = 3$ and the circumference a multiple of 20 yards.

There is insufficient evidence to put an astronomical date on this site but it is interesting to see, referring to the two outliers marked G and H, that G has the same azimuth from the centre A as H has from the centre B, namely $31^{\circ}.4$. With the horizon altitude of $0^{\circ}.4$ this gives a declination of $+ 32^{\circ}.3$, that of Capella about 1800 B. C.

There is one other site which may belong to Type I. Following Keiller I have called this Esslie the Greater (Fig. 5). It is one of the Aberdeenshire recumbent stone circles, but it is now not by any means complete. However, it will be seen that there is some evidence that it may be based on the 3, 4, 5 triangle. The fact that the recumbent stone and its two pillars are inside the ring need not detract from the evidence as this arrangement is found in some other circles with a recumbent stone.

Examples of Type II. — The ring of small stones on Borrowston Rig in the Lammermuir Hills is shown in Fig. 6. It will be seen that the agreement of the suggested arcs with the 10 or 12 undisturbed stones is almost perfect so the radii are exactly 25 and $15\frac{1}{2}$ MY, with $15\frac{1}{2}$ MY between the centres. The other dimension of $9\frac{1}{2}$ is simply the difference between 25 and $15\frac{1}{2}$. So the third side of the triangle is $(15\frac{1}{2}^2 - 9\frac{1}{2}^2)$ or 12.247. It would not be possible on the ground to distinguish between this and $12\frac{1}{4}$ and so we may have here another attempt to make a Pythagorean triangle.

The same kind of argument applies to the middle circle at the Hurlers in Cornwall. There seems little doubt about the radii so we are left with a triangle of 6, $4\frac{1}{2}$ and 3.97. The last value 3.97 might be sufficiently near to 4 to be acceptable. It is interesting to note how accurately the axis of symmetry lies east and west.

It is unfortunate that in the case of the ring at Maen Mawr in Wales it is not possible to decide which of the two types was intended. It will be seen (Fig. 8) that either fits equally well. If Type I is correct then the central triangle is 5, 12, 13, while if Type II was used the triangle is 8, 9, 12.

Possible sight lines are suggested in Fig. 8 using the two centres, Maen Mawr itself and the small stones beyond. The declination of $40^{\circ}.6$ is that of Vega in 1800 B. C. and the declination $42^{\circ}.4$ corresponds to that of Arcturus about 1850 B.C. It is inadvisable to place much reliance on these dates. There is no certainty that the suggested sight lines were intended. The fact that no 1st Mag star can be associated with the stone on the axis produced to the north west does nothing to dispel the doubt, but perhaps this stone merely marks the axis; several of the flattened circles (and Clava) have a stone outside the ring on the axis. At Black Marsh in Shropshire the axis is marked by holes drilled in the stones (see Ref. 2).

In conclusion it can be said that :—

a) All egg shaped rings so far found are set out accurately using the megalithic yard.

b) In the case of Woodhenge it is the length of the peripheries and not of the radii which are integral multiples of the yard, in fact multiples of 20 yards.

c) The 3, 4, 5 triangle definitely appears and there is a possibility that other integral right angle triangles were used.

A. THOM,
Emeritus Professor of Engineering Science
University of Oxford.

REFERENCES

1. THOM, A (1955). « A Statistical Examination of the Megalithic Sites in Britain ». *J. Roy. Stat. Soc.*, A, vol. 118, Part III, 1955.
2. THOM, A. (1961). « The Geometry of Megalithic man ». *Mathematical Gazette*, May 1961, vol. XLV, no. 352, p. 83-93.
3. THOM, A. — « The Solar Observatories of Megalithic Man ». *J. Brit. Astronomical Assn.*, vol. 64, no. 8, p. 396-404.
4. THOM, A. « The Megalithic Unit of Length ». *J. Roy. Stat. Soc.*
5. Mrs. CUNNINGHAM. — « Woodhenge », Devizes, 1924.
6. KENDRICK & HAWKES, « Archaeology in England and Wales » (Methuen).
7. E. FETTWEIS. — « Die Mathematik des Megalithkulturkreises und ihre Entwicklung », *Scientia*, vol. XCI, no. DXXV, series VI, 1956.

KEY TO SYMBOLS ON THE FIGURES

- MY Megalithic yard (= 0,829 m.).
- A. Azimuth measured clockwise from true North.
- h Measured altitude of the horizon on the line.
- δ Declination of star rising or setting on the line.

The Latitude and Longitude of each site is given on the Figures.

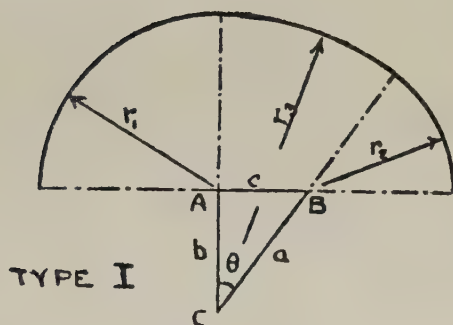


Fig. 1

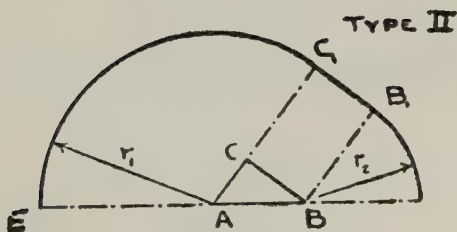


Fig. 2

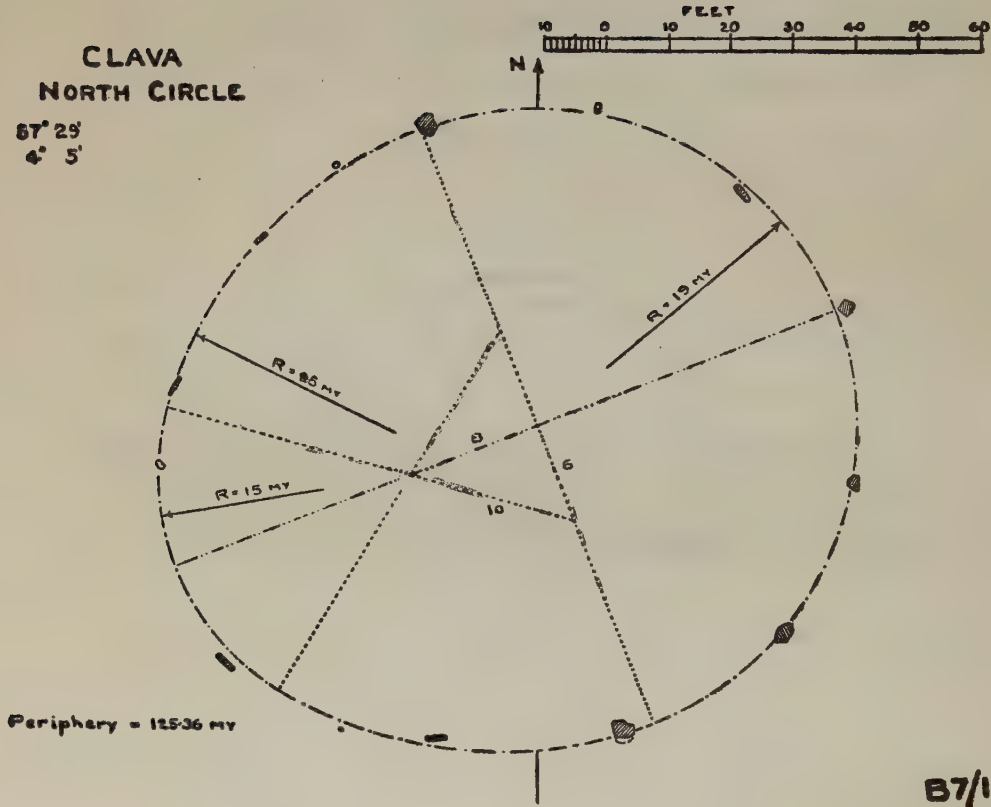


Fig. 3

WOODHENGE

Construction superimposed:-

AB=6, AC=17½, CB=18½ MY

r_1 = radii struck from A

= $(P-9.08) \div 2\pi$ MY

P=40, 60, 80, 100, 140 & 160 MY

P = Periphery

1 MY = 2.72 ft.

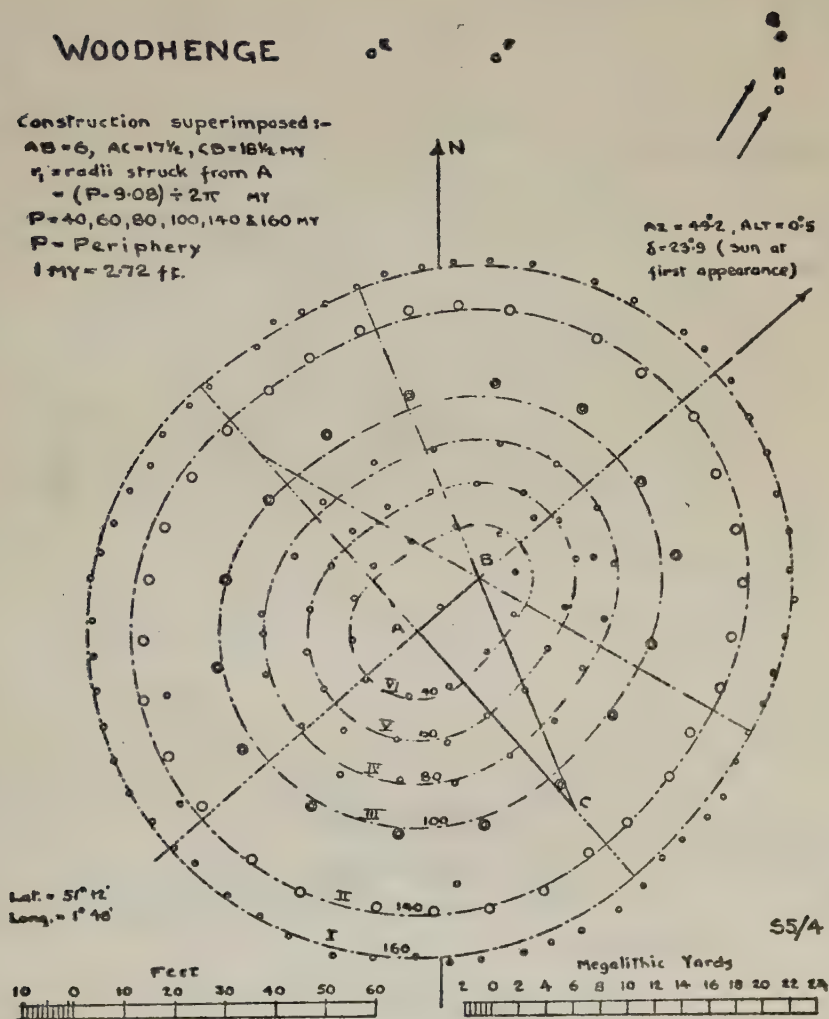


Fig. 4

ESSLIE THE GREATER

LAT 57° 01'
 LONG 2° 28'

To B2/5 Az. = 43° 1' ±
 h = 1'1 δ = 24° 1'

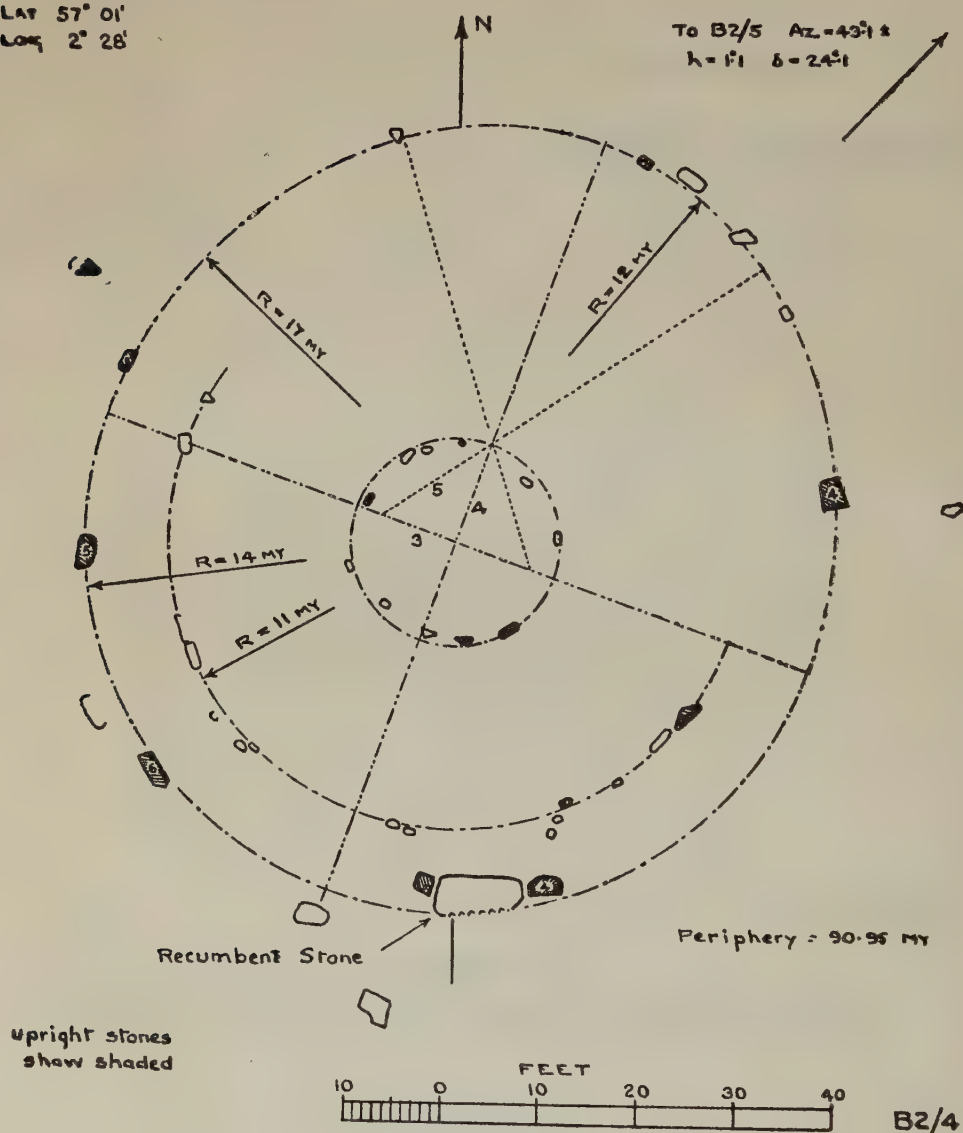


Fig. 5

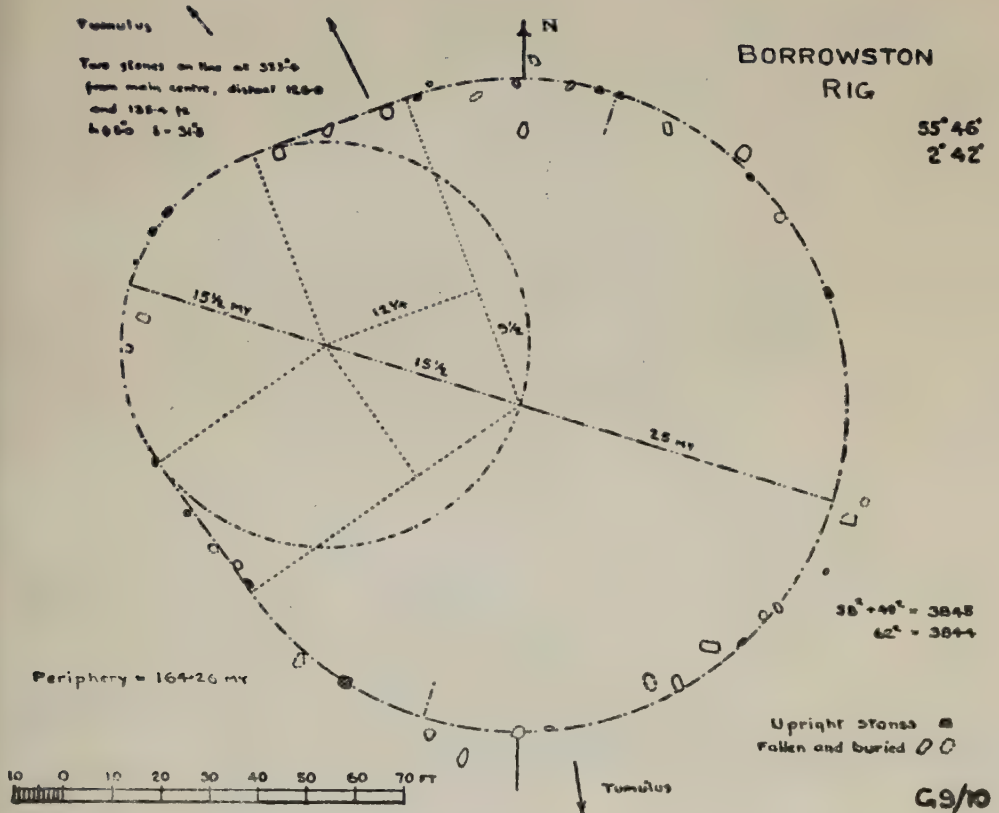


Fig. 6

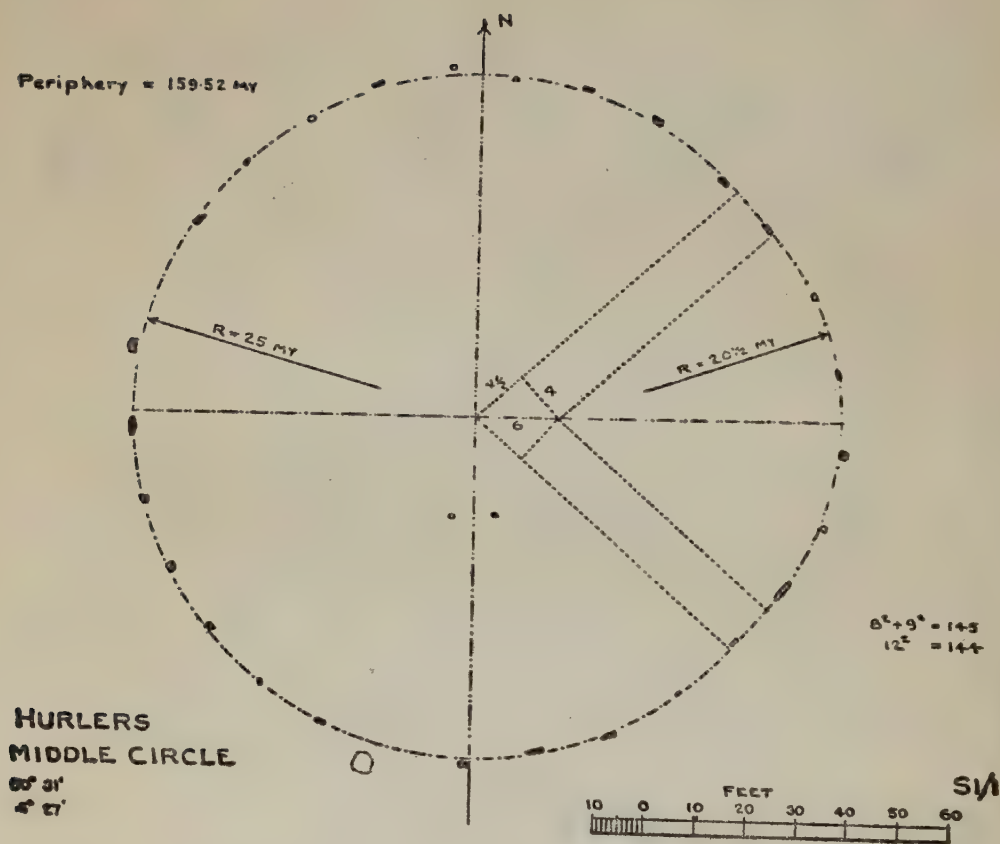


Fig. 7

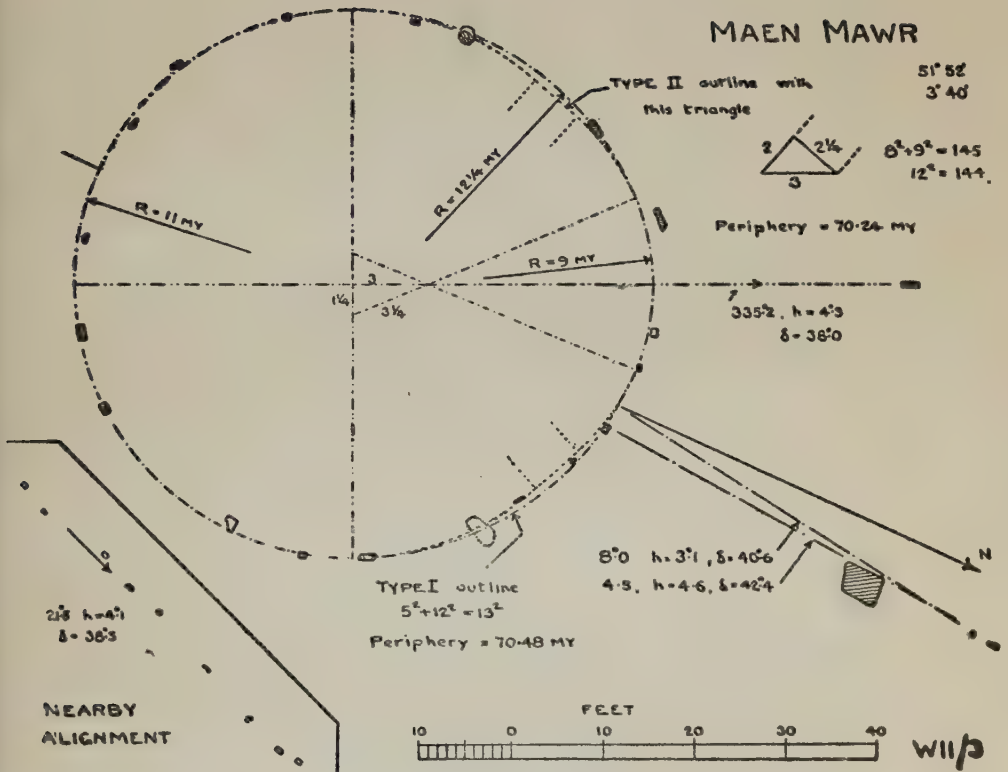


Fig. 8

Premières Cartes
modernes du Ciel →



Fig. 1



Fig. 2

Les cartes du ciel dans l'édition des « Phénomènes » d'Aratos de Soloi par Guillaume Morelius à Paris en 1559.



Fig. 3



Fig. 4

Les cartes du ciel dans l'édition de la traduction des « Phénomènes » d'Aratos de Soloi, par Jan Kochanowski, éditées par Jan Januszowski à Cracovie en

PREMIÈRES CARTES MODERNES DU CIEL

A propos de l'ouvrage : *Zofia Ameisenowa, Le globe de Bylica d'Olkusz et les cartes du ciel à l'Est et à l'Ouest*. Académie Polonaise des Sciences, Comité d'Histoire de la Science et de la Technique. Monographies de l'histoire de la science et de la technique, XI. Wrocław-Kraków-Warszawa, 1959, p. 55, Tabl. 46.

La Pologne est en possession d'un instrumentarium astronomique, scientifique et historique en même temps, des plus rares dans le monde. C'est l'instrumentarium astronomique de Marcin Bylica d'Olkusz (1433-1493), que celui-ci légua à l'Université de Cracovie où il est resté depuis 1494 jusqu'à nos jours. Bien que construit hors de nos frontières, cet instrumentarium est lié historiquement à la science polonaise et à l'Université de Cracovie du xv^e siècle qui était alors, à côté de Vienne, le plus éminent centre scientifique dans le domaine de l'astronomie et de l'astrologie, appelée astronomie pratique. Nicolas Copernic y étudia à la fin du xv^e siècle. Sans aucun doute, il s'est servi (10 a) dans la première phase de ses études astronomiques de ce qui fait l'objet de la présente note, avant de s'intéresser à l'instrumentarium classique, construit sur les modèles de la Grèce antique.

Un astrolabe arabe, construit à Cordoue, en 1054, est l'instrument le plus précieux de cet instrumentarium. C'est l'un des premiers astrolabes construits en Europe. Il a été remanié ensuite, probablement en Italie au xiv^e siècle, et possède un sixième disque supplémentaire avec des lignes calculées pour les latitudes géographiques sous lesquelles travaillait Martin Bylica. C'est probablement le premier instrument qu'il a acquis en Italie pendant ses études astronomiques, où il a collaboré avec le célèbre Johannes Regiomontanus. Les autres instruments, au nombre de trois, proviennent d'un atelier astronomo-métallurgique, et portent des empreintes de style et de construction très nettes d'un atelier viennois (10 d). C'est d'abord un globe céleste en bronze, construit en 1480, le plus grand des globes du Moyen Age, avec une riche ornementation médiévale. Ensuite un astrolabe, daté de 1486, un des plus grands, et un torquetum sans date, construit vers 1487, d'après la construction présentée pour la première fois à Paris en 1284 par Francon de Pologne. C'est un des deux torquetums médiévaux existant jusqu'à nos jours.

Malheureusement, cet instrumentarium n'a pas été, jusqu'ici, étudié à fond. L'ouvrage d'Ernst Zinner (13), publié en 1938, est une des plus importantes réalisations dans ce domaine. L'auteur y précise le nom du constructeur de cet instrumentarium qui est Johann Dorn de Vienne, mort en 1509, collaborateur technique de Georg Peurbach (1423-1461)

dont il était à peine l'aîné, et Johannes Regiomontanus (1436-1476). Tous les trois étaient les fondateurs de la célèbre école astronomique de Vienne. Dans son livre, Zinner donne des descriptions précises et compétentes de ces instruments (12 *d*), en soulignant la grande valeur du globe céleste (12 *a*), mais en ce qui concerne le torquetum de Cracovie, qui est le plus intéressant du point de vue scientifique, il ne le connaissait qu'en fragments. Ce n'est qu'en 1952-53 que j'ai reconstruit entièrement cet instrument.

L'ouvrage de Ludwik Birkenmajer (3), publié en 1892, fournit de nombreux matériaux d'études scientifiques et astronomiques au sujet de l'instrumentarium de Bylica, surtout au point de vue mathématique, sans toutefois présenter l'aspect plastique, très intéressant pour l'histoire. Il traite aussi fort superficiellement, et cela d'une façon un peu archaïque aujourd'hui, beaucoup de problèmes surtout astrologiques. Cet ouvrage, publié seulement en polonais, est presque inaccessible aux savants étrangers.

Au lieu d'une monographie détaillée de cet instrumentarium et de ses liens avec d'autres ouvrages de l'atelier astronomique de Peurbach-Dorn-Regiomontanus, une contribution, mentionnée dans notre sous-titre, a été publiée en polonais et en anglais, contribution dont on s'attendrait à ce qu'elle se rapporte à l'ensemble des problèmes concernant l'un des instruments : le globe céleste, ainsi qu'aux problèmes des cartes du ciel. Cet ouvrage aborde en fait seulement certaines questions liées avec le sujet et l'édition laisse à désirer au point de vue graphique, la qualité des photographies étant inférieure à celle d'il y a trente ans (6).

Surtout il est à regretter que l'auteur du traité n'ait pas basé la description du globe céleste de Bylica sur le travail de Zinner. Il aurait évité des erreurs comme par exemple pages 11-12 : le passage de l'axe de rotation « par les deux pôles de l'écliptique », ce qui est absolument impossible pour un globe qui devait imiter la rotation de la voûte céleste. L'ouvrage ne manque pas d'erreurs semblables, particulièrement dans le domaine de la terminologie qui concerne la construction de l'instrument.

Il y a plus grave encore. L'auteur n'a pas vérifié l'information erronée de L. Birkenmajer (p. 11) selon laquelle la sphère du globe est tournée dans un seul bloc de métal. En tenant compte de la minceur de ses parois, cela apparaît déjà comme impossible au point de vue technique. Mais l'examen de l'instrument montre que la sphère du globe a été exécutée de la même manière que les sphères des globes arabes : par l'affinage d'une tôle de cuivre en forme de deux hémisphères idéalement jointes, en installant dans l'intérieur une construction corroborative, en fer ou en airain, et en laissant dans l'hémisphère inférieure une ouverture par laquelle on puisse passer pour souder les extrémités des barrettes de la construction. La ligne qui joint les deux hémisphères suit la ligne de l'équateur, ce qui est visible sur les photographies ajoutées à l'ouvrage (fig. 20, 21, 25, 32, 33). L'application

de cette technique, la plus facile du reste en ce cas est due, sans aucun doute, à la routine des métallurgistes arabes dans l'affinage des métaux. Elle a une conséquence pour le dessin de l'échelle des degrés sur l'équateur et sur l'écliptique, les échelles étant situées au-dessus de ces lignes et les chiffres de graduation étant placés au-dessous. Le croisement des échelles de l'équateur et de l'écliptique (fig. 24, 25, 32) qui est caractéristique de la construction de la sphère à l'aide de deux hémisphères, sur tous les globes arabes, se retrouve très exactement sur le globe de Bylica.

L'ouverture circulaire au bas de l'hémisphère inférieure était, de toute évidence, cachée par une plaque de cuivre qui manque actuellement. Il est fort probable que le nom de Johann Dorn se trouvait justement sur cette plaque. C'est en effet ainsi que le célèbre constructeur a placé son nom sur un nocturnalium de construction très originale, joint à un cadran solaire équatorial de 1491 (12 c). Ce nocturnalium appartenait jadis à Ladislas Jagellon, roi de la Bohême et de la Hongrie, fils du roi de Pologne Casimir. Actuellement il se trouve au British Museum à Londres (Sign. : 94, 6-15, 1). Il était probablement d'usage de placer le nom du constructeur du globe sur une plaque qui fermait l'ouverture inférieure, ouverture par ailleurs nécessaire à la construction pour un globe en métal.

Enfin, dans l'ouvrage que nous analysons, il n'y a pas que des erreurs relatives aux instruments, mais aussi à l'histoire de la science, comme par exemple le passage inattendu de as-Sufi à Argelander (p. 52), en soulignant les mérites du premier. Ces diverses remarques prouvent que l'on ne peut pas espérer de la part de l'auteur une analyse sérieuse des problèmes scientifiques que présente le globe de Bylica.

Ce qui ne veut, hélas, pas dire que son analyse graphique soit par ailleurs très sûre. Il dit par exemple (p. 15) que toutes les figures humaines sont représentées de dos ou avec les têtes retournées dans un profil perdu. L'explication de ce fait serait que le spectateur, en regardant le ciel, voit sa surface comme de l'intérieur et les figures humaines sont tournées vers l'extérieur. Cette opinion est tout à fait erronée et prouve que l'auteur ne prête pas attention à la signification des figures représentées, notamment à la composition des constellations, placées dans ces figures. Au Moyen Age et durant la Renaissance elle-même, toutes les compositions des constellations sur tous les globes célestes, sur tous les dessins spécialisés, sur toutes les anciennes cartes du ciel, sont représentées sous une forme inverse, comme dans un miroir. C'est le docteur Karol Fischer de Prague (5 b) qui le premier a remarqué ce phénomène. Il n'a pas su l'expliquer en ce qui concerne les dessins des constellations du *xiv^e* siècle. En ce temps il ne pouvait encore être question du renversement du dessin par la technique xylographique qui apparaît seulement au *xv^e* siècle.

Mais voici ce que l'on peut ajouter à ce sujet. Le renversement auquel nous venons de faire allusion était le résultat d'une transposition directe du dessin sur la planche, sans tenir compte du fait que l'em-

preinte se trouvera inversée par rapport au dessin copié. C'est seulement au XVIII^e siècle que les dessinateurs, pour éviter ce phénomène, ont commencé à se servir de miroir pour la préparation des planches xylographiques (11). Au XV^e et au XVI^e siècle on se servait de ces miroirs seulement dans les cas où l'inversion du dessin changeait son sens et sa signification. Par contre, dans le cas des constellations et des cartes du ciel, ce n'était pas nécessaire, au contraire. Le globe céleste représente la sphère du firmament vue de l'extérieur; par conséquent les dessins qu'il porte, notamment les constellations correspondent à une vision prise de l'extérieur, la composition représentée d'étoiles doit être inverse de celle que nous voyons, nous qui regardons la sphère du firmament de l'intérieur. Et il est impossible de les représenter autrement sur la sphère du globe en conservant en même temps leurs positions réciproques et leur corrélation, si importante pour l'astrologie. Ces globes et les dessins des constellations, ainsi que les cartes célestes qui en dérivent servaient au Moyen Age surtout à l'astrologie. L'opinion homocentrique acceptait le principe que la terre est le centre de l'univers et considérait que le ciel visible et ses astres sont seulement un voile du ciel invisible, et encore un voile lié étroitement à l'homme et à son destin, déterminé par les étoiles. De là vient que les figures des demi-dieux des constellations, vues de l'extérieur, ont toujours les têtes tournées vers le centre de l'univers, vers leurs pupilles — les hommes, dont ils guident le sort. Conformément aux opinions d'alors, elles ne pouvaient être représentées autrement sur le globe céleste.

Dans les descriptions superficielles des dessins des constellations particulières, nous sommes frappés par le manque de comparaison de la composition et du style, surtout avec les dessins de deux globes célestes, quelque peu ultérieurs, mais liés encore au Moyen Age par leur tradition. Il s'agit du globe de Johann Stöfler de 1493, qui se trouve actuellement au Germanisches Museum à Nüremberg, et du globe de Johann Schöner (attribué aussi à Pierre Apian) du début du XVI^e siècle, et qui se trouve aujourd'hui au Kensington Science Museum à Londres. Par contre, les comparaisons que fait l'auteur avec d'autres dessins des constellations semblent plutôt accidentelles. Ainsi, en parlant de la constellation du Cancer (p. 22), l'auteur semble ignorer le problème de la typologie déterminée par la stylisation de cette constellation (5 a). Il garde aussi le silence sur la typologie concernant les constellations en général dans l'art médiéval (5 c). Lorsqu'il parle du globe comme œuvre d'art, nous pourrions espérer qu'il va situer plus exactement ces dessins, si habilement exécutés au point de vue technique, dans l'art de la gravure européenne du Moyen Age. Nous ne trouvons cependant que quelques généralités à ce sujet, et il y manque la différenciation de la graphique autrichienne et bavaroise de ce temps qui pourrait fournir un fond artistique à cet éminent ouvrage de l'art de la gravure.

L'omission complète de l'analyse de l'art des lettres sur le globe constitue aussi un défaut sérieux. J'ai parlé de ces lettres, si caractéristiques, dans un de mes ouvrages avec l'espoir qu'un historien d'art s'en occuperait un jour sérieusement (10 c).

Il serait utile de s'intéresser à ce problème dans une monographie scientifique sur l'ensemble de l'instrumentarium de Bylica qui se rattache étroitement à l'ensemble de l'œuvre de Johann Dorn, lié avec Peurbach et Regiomontanus. L'analyse des lettres, si caractéristiques, de Dorn peut être une aide considérable pour l'identification des auteurs des instruments attribués à Peurbach ou à Regiomontanus, dont la décoration et l'exécution dans le métal pouvaient être influencées par Dorn. Il est vrai qu'un certain nombre de cadrans solaires, attribués à ces deux astronomes célèbres, sont considérés par Derek J. de S. Price (Yale University) comme faux et exécutés au *xix*^e siècle à Amersfort en Hollande par Feeterse pour les collectionneurs Heilbronner et Mensing. Mais justement tous ces cadrans solaires ne possèdent pas les lettres si caractéristiques, mentionnées plus haut. Par contre le nocturnalium, avec le cadran solaire, signé par Johann Dorn, l'astrolabe du *xv*^e siècle attribué à Peurbach, se trouvant dans la collection P. Greppin à Bruxelles (7), avec les armoiries de Wallenstein, ajoutées plus tard, ainsi que l'astrolabe de 1462, attribué à Regiomontanus (8), possèdent les mêmes lettres. Si, par exemple, le cadran solaire se trouvant au Musée National à Munich et attribué à Peurbach (12 *e*), ou le cadran solaire du Musée de l'Histoire de l'Art à Vienne, attribué à Regiomontanus (12 *f*) sont, sans aucun doute, faux, par contre le cadran solaire d'un type semblable, qui se trouve au Musée des Horloges à Vienne, et que Zinner ne connaissait pas, n'éveille aucun doute sur son origine (*xv*^e siècle) et peut être lié à tout ce groupe qui attend une monographie foncière.

Passons maintenant au problème des cartes du ciel, mentionnées vaguement dans le titre de l'ouvrage. Ce chapitre est le plus réussi. Quoique F. Saxl ait déjà attiré l'attention sur les plus anciennes de ces cartes célestes et sur leur corrélation avec le globe de Bylica encore en 1933 (p. 33), ce que d'ailleurs l'auteur cite loyalement, le mérite incontestable de Mme Ameisenowa est la comparaison de ces cartes célestes d'environ 1440 avec le globe de Bylica, avec les cartes célestes ultérieures de 1503 et avec les célèbres cartes de Dürer de 1515. L'auteur a eu raison de souligner, d'une façon très nette, le fond historique et culturel sur lequel ces cartes célestes, ainsi que leurs prototypes, supposés mais égarés, ont pu être dressés. Cependant, elle passe encore sous silence la typologie des cartes célestes du *xvi*^e siècle, comme elle a négligé la typologie des dessins médiévaux des constellations. De l'omission de cette typologie résulte le fait que, s'occupant par exemple de la carte de Rusconi (p. 53, fig. 44 et 45) de 1590 qui a moins de rapport avec le problème traité dans l'ouvrage qu'un grand nombre de cartes du *xvi*^e siècle, dont elle ne parle pas, elle omet un document très intéressante : la plus ancienne carte polonaise du ciel. Ce qu'a remarqué le docteur K. Fischer (5 *c*).

Les cartes du ciel au *xvi*^e siècle, c'est-à-dire à partir du moment où elles commencent à être reproduites par les imprimeries, se divisent en trois types principaux. Le premier d'entre eux est celui des cartes traitées dans cette publication. Leur trait caractéristique et principal

est la représentation des constellations dans le cercle de l'écliptique suivant une disposition typique pour l'ordre médiéval qui était le résultat du déploiement de la surface du globe céleste. Par conséquent, toutes les constellations des étoiles sont représentées par un dessin inversé, comme dans un miroir, par rapport aux constellations que nous voyons sur le firmament. Cette disposition médiévale a été fixée pour longtemps par les cartes célestes de Dürer qui, en raison de leur grande valeur artistique et de leur popularité, ont eu une grande influence sur maintes cartes célestes dressées au xvr^e siècle. A ce type de cartes appartient aussi la carte anglaise de Thomas Hood de 1590, gravée par Auguste Ryther.

Le second type de cartes, qui garde la même disposition médiévale des étoiles des constellations et par conséquent de leurs personnifications, a été créé par le célèbre cosmographe Pierre Apianus Benewitz (1495-1552). Le 5 août 1536 il a effectué une gravure sur bois (4), représentant 48 constellations, sur une seule carte, dans une projection polaire, au lieu de deux cartes traditionnelles : de l'hémisphère septentrionale et de l'hémisphère méridionale. Il a profité de ce que l'hémisphère méridionale comprend seulement quelques constellations, visibles de notre hémisphère sous nos latitudes géographiques et proches à l'écliptique. En 1540 il a ajouté cette gravure sur bois à son *Astronomicum Cæsareum*. Ce type est bien plus rare que le précédent, mais en 1565 il réapparaît en Allemagne (12 b) et en 1596 Benjamin Wright de Londres l'adopte dans sa carte du ciel.

Apianus a donné aussi le prototype du troisième type de cartes du ciel au xvr^e siècle qui nous intéresse le plus, parce qu'il rompt avec la tradition médiévale dans la représentation du ciel, vu de l'extérieur, et donne une image réelle des dispositions des étoiles vues par l'homme. Déjà, en 1533 (1) il donne une sorte de fantaisie cosmologique qui n'est pas une carte du ciel proprement dite, mais seulement son fragment transposé où, par exemple la Petite Ourse est représentée par les trois Grâces en discussion avec Cassiopée, etc. dans la même disposition. Nous avons ici une partie du zodiaque sur l'écliptique, ainsi que les étoiles principales des constellations visibles sur la Grande Ourse, qui possède ici sa forme traditionnelle, représentés de la même façon que nous les voyons sur le ciel. Ici aussi il essaye de représenter une partie des constellations du Sud en dehors du cercle de l'écliptique, ce qu'il développera ensuite dans sa carte mentionnée ci-dessus, en abandonnant les fantaisies cosmologiques qui rompent avec la tradition, et en revenant à la disposition médiévale traditionnelle : déploiement du dessin du globe céleste.

Ce n'est qu'en 1559 à Paris que l'imprimeur (2 a) Guillaume Morelius a représenté de cette nouvelle manière les deux hémisphères complètes, créant ainsi la première carte du ciel moderne et nette. Il a ajouté ces deux gravures sur bois (fig. 1, 2) à l'édition du célèbre poème astronomique d'Aratos de Soloi, du III^e siècle avant notre ère intitulé *Phainomena* et connu par ses nombreuses copies médiévales, parfois illustrées, mais seulement par des dessins des constellations particulières, évi-

demment dans la disposition inversée. Le même usage d'illustrer Aratos avec des constellations fut conservé dans les éditions du xvr^e siècle (2 b) avec les dispositions médiévales des constellations, sans parler des éditions non illustrées (2 c).

Par contre, nous ne connaissons que deux éditions d'Aratos du xvr^e siècle avec des cartes du ciel complètes et modernes. La première c'est l'édition de Paris, mentionnée ci-dessus, dont les cartes, du point de vue de la composition et du dessin, sont liées très étroitement aux cartes de Dürer; mais avec beaucoup de modifications, particulièrement en ce qui concerne les costumes des hommes : Ophiuchus, Bootes, Cepheus, Auriga sont habillés de riches costumes de la Renaissance française. L'inversion de la disposition des étoiles, afin d'obtenir l'image que nous voyons de la terre, est liée avec l'inversion, déjà systématique, des figures humaines : les têtes vers l'observateur; et non seulement les têtes, ce qu'on essayait déjà dans le premier type des cartes célestes, mais le corps entier. C'est une des preuves que cette inversion n'est plus accidentelle. Encore chez Apianus — avec sa fantaisie cosmologique — on pouvait expliquer cette inversion par le fait déjà connu de l'inversion du dessin lors de l'exécution de la gravure sur bois (11), puisque dans la carte du ciel proprement dite il l'abandonne.

La deuxième édition d'Aratos avec les cartes complètes du ciel dans la même disposition confirme définitivement le fait que cette disposition moderne des cartes du ciel n'est pas accidentelle. Cette édition est en même temps la première traduction en vers du poème en langue moderne. Il s'agit de la traduction en langue polonaise faite par le plus grand poète polonais du xvr^e siècle, Jan Kochanowski (1530-1584) en 1579 et publiée à Cracovie en 1585 dans l'édition complète de ses œuvres par Jan Januszowski qui y a ajouté les cartes suscitées (Fig. 3, 4).

Ces cartes sont sans aucun doute modelées sur les cartes parisiennes. Si ces cartes n'eussent pas été copiées consciencieusement dans un miroir par le graveur, quoique avec de nombreuses modifications, elles seraient revenues à la disposition médiévale ancienne et n'attireraient pas notre attention en temps que cartes dérivées des cartes de Dürer. Cependant, leur disposition moderne est, comme on le voit, préméditée et soigneusement conservée. En dehors de cela, les cartes de Cracovie ne sont pas du tout des copies fidèles des cartes parisiennes. Les figures d'hommes citées plus haut sont ici représentées autrement : Ophiuchus a perdu son riche costume de la Renaissance au profit de l'armure classique, les riches costumes de Bootes, Cepheus, Auriga ont été remplacés par des costumes plus modestes d'un caractère nettement polonais. Leurs visages ne portent plus la barbe française mais des moustaches à la polonaise. Orion, qui sur la carte parisienne est tourné entièrement vers le spectateur, revient dans la carte cracovienne à sa position traditionnelle : de dos, avec la tête entièrement retournée, grâce à quoi le visage avec la barbe saillante est visible, comme il était de coutume de le représenter sur les cartes plus anciennes. Il est évident que le graveur

cracovien en adoptant pour modèle la carte de Paris s'est servi aussi d'autres modèles, modifiant librement presque tous les détails du dessin. Il a créé ainsi une conception nouvelle, polonaise, des personnages et quelquefois il a même complété le modèle parisien, comme par exemple en ajoutant la constellation de la tresse de Bérénice, que la carte parisienne ne possédait pas. Ainsi, on peut considérer que ces deux éditions d'Aratos sont munies de deux différentes cartes du ciel, mais elles sont liées par une disposition commune et moderne des constellations.

La fin du xvr^e siècle, lors de la traduction, de l'édition et de l'illustration du poème d'Aratos à Cracovie, est l'époque d'un rapprochement politique et culturel sensibles entre la France et la Pologne : de 1573 à 1574, Henri de Valois est roi de Pologne, avant d'être roi de France sous le nom d'Henri III. Il est donc fort probable que l'édition parisienne d'Aratos pouvait être connue à Cracovie. Certaines particularités nationales et la grande perfection des cartes cracoviennes ainsi que le haut niveau des commentaires prennent leur source dans la profonde connaissance du métier et dans un goût prononcé pour l'astronomie. Jan Januszowski (1550-1623), n'était pas un simple éditeur. Savant, juriste et amateur d'astronomie, il a vécu sa jeunesse à la cour de l'empereur, il a été secrétaire de deux rois polonais et le troisième lui donna un titre de noblesse. Il entra en possession de l'imprimerie après la mort de son père, Lazare Andrysowicz († 1577) qui était en très bonnes relations avec Georges Joachim Rheticus, le seul élève de Nicolas Copernic, vivant à Cracovie en 1554-1573, et possédant un observatoire astronomique d'une architecture spéciale en forme d'obélisque gnomon (9), le premier en Europe. Cet obélisque, en temps que symbole de la science, devint l'emblème de l'imprimerie du père et du fils et fut gardé dans la tradition de cette imprimerie scientifique à Cracovie loin dans le xviii^e siècle. C'est alors qu'elle passa sous l'administration de l'Université de Cracovie et dans ses collections archivales, on trouve encore aujourd'hui la planche avec la carte de l'hémisphère septentrionale.

C'est ainsi que le goût de Januszowski pour l'astronomie prenait sa source directement dans la tradition cracovienne de l'astronomie moderne de Copernic. Et la disposition moderne de l'image du ciel, traité non comme la surface d'une sphère concrète du firmament observée de l'extérieur, mais comme la disposition réelle des étoiles sur ce firmament, se développa dans le même esprit de la Renaissance que l'astronomie moderne de Nicolas Copernic dans les deux grands centres culturels en Europe : Paris et Cracovie.

Tadeusz PRZYPKOWSKI,
Jedrzejów.

LITTÉRATURE

1. APIANUS, Petrus. — *Horoscopion Generale...* Ingolstadt, 1533 p., C. 3.
2. ARATOS, Solensis. — *Phænomena*. a) Paris 1559, b) Cologne 1569; Paris 1578; Leyde 1600, c) Wittenberg 1520; Paris 1540; Bâle 1585.
3. BIRKENMAJER, Ludwik. — *Marcin Bylica z Olkusza* (Martin Bylica d'Olkusz). Cracovie, 1892, p. 63-99.
4. BROWN, Basil. — *Astronomical Atlases, Maps and Charts*. Londres, 1932, p. 14.
5. FISCHER, Dr Karel. — Najstarsze słowiańskie przedstawienie konstelacji gwiazdnych (Les plus anciennes présentations slaves des constellations des étoiles). *Problemy*, Varsovie, 1960; a) p. 878; b) p. 880; c) p. 881.
6. GRZYWIŃSKI, Jan. — Zodiak na globusie niebieskim Marcina Bylicy (Le zodiaque sur le globe céleste de Martin Bylica), *Kalendarz I. K. G.*, Cracovie, 1933, p. 53-60.
7. MICHEL, Henri. — *Inventaire des instruments scientifiques historiques conservés en Belgique*, I. Bruxelles, 1959, p. 79.
8. PRICE DEREK, J. de S. — The first scientific instrument of the renaissance. *Physis*, Rome, 1959, p. 27-28.
9. PRZYPKOWSKI Tadeusz. — La gnomonique de Nicolas Copernic et de Georges Joachim Rheticus. *Actes du VII^e Congrès international d'Histoire des Sciences*, Florence, 1956 p. 406.
10. PRZYPKOWSKI Tadeusz, Zabytkowe kompasy magnetyczne na instrumentarium astronomicznym Marcina Bylicy z Olkusza z lat 1480-1487 (Boussoles magnétiques historiques de l'instrumentarium de Martin Bylica d'Olkusz des années 1480-1487). *Acta Geophysica Polonica*, Varsovie, 1956 ; a) p. 251; b) p. 254; c) p. 258; d) p. 258-259.
11. SCHENK ZU SCHWEINSBERG, Eberhard. — *Kopernikus - Bildnisse*. München-Berlin, 1943, p. 259.
12. ZINNER, Ernst. — *Deutsche und Niederländische Astronomische Instrumente des 11-18 Jahrhunderts*. München, 1956 ; a) p. 170; b) p. 172; c) p. 293; d) p. 295-296; e) p. 465; f) p. 481.
13. ZINNER, Ernst. — *Leben und Wirken des Johannes Müller von Königsberg, genannt Regiomontanus*, München, 1938.

ROGER BOSKOVIC ET LA GÉODÉSIE MODERNE

Le XVIII^e siècle se distingue par un nombre assez important d'expéditions géodésiques dont le but était de déterminer la forme et les dimensions de la Terre à l'aide des degrés des méridiens. A cette époque comme au cours du siècle précédent, la géodésie est « une science essentiellement française » [Doublet] et aux travaux des savants français, « on ne peut guère opposer que les travaux de Boskovic » (1).

Le génie universel de Boskovic ne se désintéresse ni de la pensée géodésique, ni des recherches sur la figure de la Terre. Ayant avancé dans ce problème plus profondément que n'importe lequel de ses contemporains, il conclut « que les recherches effectuées, loin d'être mises au point, sont à peine commencées » (2).

Les travaux des savants français ont donné les principes de la géodésie géométrique en confirmant l'aplatissement de la Terre aux pôles ainsi que sa forme sphéroïdale. Boskovic propose les principes de la géodésie dynamique. En ce qui concerne l'aplatissement, il dit qu'on ne saurait encore le définir avec précision; quant à la forme de la Terre, il introduit la notion de géoïde, en considérant la surface qui est normale à la direction de la pesanteur en chaque lieu, donc la surface de niveau zéro. Pour lui, une telle « forme possède une plus grande surface d'eau au repos ainsi que son prolongement au-dessous des montagnes », — donc au-dessous des continents. Si dans « la structure intérieure de la Terre il existait une grande disproportion, il pourrait arriver qu'une telle surface ait des ondulations », dit Boskovic (3). Il oppose aux mesures linéaires de la géodésie géométrique les mesures géophysiques, c'est-à-dire qu'il propose de mesurer les variations de la pesanteur aussi bien sur le continent que sur la mer au moyen d'une force élastique et de prendre en considération l'effet de l'attraction des masses.

Il est conscient du fait que plus on mesure de degrés, plus la figure de la Terre devient incertaine (4). C'est que pour déterminer sa forme il ne suffit pas de mesurer les degrés uniquement le long d'un méridien, mais également le long d'un parallèle. A ces mesures, il faut ajouter les observations astronomiques aussi bien sur les montagnes que dans les autres endroits « pour s'assurer contre les erreurs causées par les irrégularités proches de la surface » (5). Boskovic propose donc, quant à la mesure des degrés, de prendre en considération la disposition et la densité de la masse et de faire les observations astronomiques et géophysiques parallèlement aux travaux géodésiques, car c'est le seul moyen de parvenir à déterminer la forme de la Terre. Il sait fort bien que toutes ces questions ne peuvent être résolues que grâce à la collaboration de plusieurs Etats et que « la connaissance exacte de la figure de la Terre sera un jour le fruit d'un long travail et d'un grand nombre d'observations aussi bien que de savantes méditations » (6).

Et il se fait le propagandiste d'une mesure internationale des degrés. Pendant son séjour à Vienne (7), il persuade Marie-Thérèse de donner des ordres pour que soit effectuée la mesure des degrés en Autriche et

Moravie, « pays rempli de montagnes », et dans « les plaines » de la Hongrie. Il prie le roi de Sardaigne de faire faire un travail analogue au Piémont « où un plateau se trouve entre les Alpes et les Appenins ». Lorsqu'il est en Angleterre, il conseille à la Royal Society, dont il est membre, d'entreprendre la mesure d'un degré en Amérique du Sud. Boskovic a ses raisons pour proposer une telle coopération internationale. Par « ce groupe de degrés », affirme-t-il, on pourrait « avec plus de sûreté » faire des recherches sur la figure de la Terre. Puis, il continue (8) : « Si l'on prend deux degrés proches l'un de l'autre, dont un à travers l'Autriche et la Moravie, dans les montagnes infranchissables et en faisant les observations astronomiques en beaucoup d'endroits, et l'autre dans les plaines ouvertes de la Hongrie, et si ces deux degrés diffèrent trop, nous pourrons alors conclure sur la base de la déviation de la verticale que la cause en est l'inégalité de la surface de la Terre. Au contraire, si ces deux degrés sont presque égaux, cela signifiera que la densité moyenne de la Terre est beaucoup plus grande que la densité des formations géologiques à la surface de la Terre et qu'il existe au-dessous des montagnes et desdits endroits beaucoup de vides et de cavités qui compensent leur influence. Si l'on compare ces degrés avec les degrés français, on peut trouver la différence entre leurs longueurs comme étant la conséquence des longitudes (puisque ces degrés se trouvent sur le même parallèle) ainsi que de la constitution de la Terre même ». Toutes ces mesures ont été réalisées (9). Bien qu'on ait « peu attendu de ces opérations simultanées », dit Wolf, « la pensée de Boskovic et, tout d'abord, sa méthode par laquelle il a trouvé un peu plus tard la valeur la plus probable de l'aplatissement, présentent pour la géodésie l'aurore d'un jour nouveau » (10).

Boskovic lui-même, avec Ch. Maire, mesure en 1751-1753 l'arc du méridien, — *Le degré de l'Etat de l'Eglise* — entre Rome et Rimini, à la latitude moyenne de $42^{\circ} 59' N$, longitude $12^{\circ} 30' E$. La description, l'interprétation de cette mesure, ainsi que les mesures de degrés effectuées jusqu'à son époque, se trouvent dans les ouvrages suivants :

1. Ch. Maire - R. G. Boscovich, *De litteraria expeditione per pontificiam ditionem ad dimetiendo duos meridiani gradus et corrigendam mappam geographicam*, Rome, 1755;
2. Ch. Maire - R. G. Boscovich, *Voyage astronomique et géographique dans l'Etat de l'Eglise pour mesurer deux degrés du méridien et pour corriger la carte de l'Etat ecclésiastique*, Paris, 1770;
3. R. G. Boscovich, *De litteraria expeditione per pontificiam ditionem*, 1756 (11); et
4. B. Stay - R. G. Boscovich, *Philosophia recentioris...*, II, Rome, 1760 (12).

Pour avoir une idée exacte de la pensée géodésique de Boskovic, il faut étudier non seulement ces quatre œuvres et plus particulièrement 2, 3 et 4 qui se complètent, mais également :

5. R. G. Boscovich, *De veterum argumentis pro Telluris sphæricitate*, Rome, 1739;

6. R. G. Boscovich, *Dissertatio de Telluris figura*, Rome, 1739;
7. R. G. Boscovich, *De inæqualitate gravitatis in diversis Terræ locis*, Rome, 1741; et
8. R. G. Boscovich, *Opera pertinentia ad opticam et astronomiam*, (t. V, ch. : « De determinatione penduli oscillantis ad singula temporis medii », p. 179-269), Bassano, 1785.

L'édition latine *De litteraria...* (1755) comporte XXII + 516 pages de moindre format in-4°, tandis que l'édition française du *Voyage* a XVI + 526 pages d'un format plus grand in-4°, quatre planches avec 72 figures ainsi que la carte géographique de l'Etat de l'Eglise. En outre, l'édition française est plus complète, elle corrige et ajoute à l'édition latine et il faut la considérer comme étant l'ouvrage principal de géodésie de Boskovic. Bien que le *Voyage* soit présenté sous deux noms, Boskovic doit être considéré comme le seul auteur (13). Le professeur N. Abakumov dit avec raison que « Boskovic était l'organisateur et l'âme de ce grand travail » (14), ce qu'approuve également G. B. Airy qui parle des « mesures dirigées par Boskovic » (15), sans mentionner Ch. Maire.

Le *Voyage* est divisé en cinq « volumes ». Boskovic a écrit les volumes I, IV et V, Ch. Maire les volumes II et III. Dans le *premier volume* Boskovic donne un historique détaillé sur les travaux faits jusque là concernant la figure de la Terre (Ch. 1) ainsi qu'un court aperçu sur les mesures faites par lui-même et Maire (Ch. 2). Dans le *deuxième volume*, Ch. Maire donne l'analyse et les résultats de ces mesures. Dans le *troisième volume*, Maire parle des corrections de la carte géographique de l'Etat de l'Eglise faites sur la base des travaux géodésiques et topographiques entrepris en commun. Dans le *quatrième volume*, Boskovic traite des instruments utilisés par lui et Ch. Maire dans la mesure du degré du méridien. Enfin, dans le *cinquième volume*, Boskovic parle de la figure de la Terre considérée comme figure d'équilibre d'un fluide en révolution dont les particules s'attirent selon la loi de Newton (ch. 1) et à partir des mesures des degrés de méridiens et de celles des longueurs de pendules à secondes (ch. 2).

Bien que le *Voyage* ait été imprimé il y a deux cents ans, il présente même aujourd'hui une grande valeur pour ceux qui désirent obtenir une culture géodésique et qui veulent comprendre la problématique géodésique. Il montre comment il faut envisager et entreprendre un problème géodésique, comment il faut traiter, organiser et effectuer les travaux astronomiques, enfin, les analyser et les interpréter. Nous ne pouvons cacher notre surprise devant la méthode de Boskovic par laquelle il se présente comme un des meilleurs savants-pédagogues. Son historique sur l'évolution et la résolution du problème de la figure de la Terre des premiers philosophes grecs à son époque, est donné d'une manière si approfondie et si dialectique, qu'il pourrait trouver place dans tout traité de géodésie moderne. Lorsqu'il dit que la géométrie — il pense à la géodésie — « s'applique depuis le levé jusqu'à la détermination de la grandeur de la Terre » (16), il est clair qu'il est le

premier à voir un des principes de la géodésie « du moindre au plus grand », à savoir, qu'il faut disposer des réseaux trigonométriques pour déterminer la forme et la grandeur de la Terre. Son idée d'une mesure internationale du degré méridien en est la confirmation éclatante.

I. — MESURE DU DEGRÉ DU MÉRIDIEEN

Boskovic explique correctement la méthode de la mesure d'un degré qui consiste en travaux géodésiques et astronomiques (17). D'après lui, *les travaux géodésiques* comprennent : la mesure d'une base dans un terrain uni; l'établissement du réseau des grands triangles entre deux extrémités de l'arc méridien terrestre à mesurer approximativement dans la même direction; la détermination de l'azimut astronomique d'un côté au moins de la chaîne de triangles; et la réduction des distances des signaux au même niveau, ou bien à une surface parallèle à la Terre. *Les travaux astronomiques* consistent en observations des distances zénithales de mêmes étoiles aux extrémités de l'arc méridien au moment de leurs passages au méridien.

Boskovic dit clairement pourquoi on doit, outre les travaux géodésiques, faire les travaux astronomiques. Il dit : « Si deux lignes tirées du centre de la Terre sont dirigées à deux points du ciel qui terminent un degré céleste, l'arc, intercepté par ces deux lignes sur la surface de la Terre, contiendra un degré terrestre » (18). Et il conclut : « De là vient qu'on tire ordinairement du ciel, ou des observations des astres, la mesure des degrés terrestres » (18).

La mesure d'une base et l'établissement d'une chaîne des triangles le long d'un méridien « donnent l'ampleur entre deux parallèles passant par ces deux points astronomiques, c'est-à-dire, l'arc du méridien terrestre limité par ces mêmes parallèles » (19). De cette façon, on détermine la distance linéaire entre deux points extrêmes de l'arc méridien où l'on fait des observations astronomiques. Les observations astronomiques dans ces deux stations « déterminent l'arc méridien céleste entre ces mêmes parallèles » (19), c'est-à-dire, donnent la distance angulaire entre lesdites stations. De là on obtient facilement « le degré moyen » (20). Chacune desdites opérations, poursuit Boskovic (21), demande des instruments particuliers. Il fait construire ces instruments.

1. *Mesure de base.* — L'appareillage se compose d'un appareil de mesure de bases original, d'un étalon de mesure et d'un comparateur, de trépieds spéciaux, d'une copie d'étalon-toise du Pérou, ainsi que d'un fil à plomb, d'un niveau ordinaire et d'un thermomètre de Réaumur. L'appareil de mesure de bases de Boskovic consistait en trois perches ($6 \times 0,075 \times 0,05$ m.) faites de vieux mâts de navire — pour s'assurer, dit-il, contre de trop forts changements de longueur et de courbure —, dont la longueur était définie, aux extrémités, par deux plaques de cuivre avec un point gravé. Chaque perche était divisée en trois parties égales d'environ deux mètres de longueur, et chacune de ces longueurs était également définie par lesdites plaques et points gravés. De cette façon,

les trois perches, numérotées de 1 à 3 selon l'ordre d'utilisation, portaient quatre plaques de cuivre avec des points gravés dont deux sur les extrémités et deux autres au milieu. Pizzeti dit (22) que Boskovic « a été le premier à introduire les traits de division sur les perches, définissant leur longueur par l'intervalle entre ces traits », et Wolf souligne que son appareil présente « le seul progrès important » au XVIII^e siècle (23). L'étalon de mesure était une règle en fer dont la longueur, d'environ 2 m. (9 palmes) était définie par deux points fixes gravés. Son comparateur, également une règle en fer de 2 m., avait un point fixe gravé et un autre mobile, qui pouvait être amené à la position voulue par une vis micrométrique. En cours de mesure, plusieurs fois par jour, il prenait sur l'étalon l'intervalle de 2 m. et à l'aide du comparateur le transportait « sur les plaques de cuivre des perches pour trouver le changement de longueur causé par la variation de la température » (24). Son étalon de mesure était comparé, dit Airy (15), avec la copie d'étalon-toise du Pérou faite par Mairan, de l'Académie des Sciences de Paris. La réduction des mesures à l'unité de longueur de l'époque était ainsi assurée. Boskovic, comme le montre Hondle (25), a construit avant Gauss un trépied et en a utilisé six. Les perches étaient posées sur les plateaux des trépieds, séparés entre eux par un petit intervalle. L'intervalle entre les points gravés de deux perches successives était pris par un compas et mesuré sur un transporteur transversal. Cette méthode de mesure d'une base « était une nouveauté au XVIII^e siècle » affirme Wolf (26). Kneissl souligne (27) « que l'on considère Boskovic comme l'auteur de la mesure des intervalles ». De cette façon, Boskovic a écarté les défauts des anciens appareils de mesure des bases à contact.

Les perches se succédaient horizontalement d'après leur numérotage, l'horizontalité étant établie au moyen d'un niveau simple. En cas d'inégal terrain, les perches consécutives étaient disposées à des hauteurs différentes et l'on mesurait avec un compas la différence entre les niveaux des deux perches en se servant d'un fil à plomb suspendu de l'extrémité de la perche la plus haute à l'extrémité de la perche la plus basse.

Boskovic a mesuré ainsi deux bases, à Rome et à Rimini, à raison de 1.600 mètres environ par jour. Il obtint pour la longueur de la base de Rome la valeur de 11.966,420 m. et pour celle de Rimini 11.767,540 m. La base de Rome, calculée au moyen de celle de Rimini ne diffère que de 1,89 m. de la valeur obtenue par la mesure directe. La base de Rimini, qui servait de contrôle, a été mesurée deux fois avec une erreur relative de 1/300.000 (28), ce qui constitue une précision deux fois meilleure que celle des savants français en Laponie et qui est 1/133.000 (29). Boskovic a pu obtenir un si bon résultat grâce à son appareil de mesure de bases et aux meilleures méthodes dont il se servait.

2. *Etablissement de la chaîne de triangles.* — Cette chaîne s'étendait sur une longueur d'environ 240 km. Boskovic a établi, entre Rome et Rimini, extrémités de l'arc méridien, un réseau (30) de 11 triangles dont 8 se rapportaient à la détermination du méridien et 3 à la mesure du premier et du dernier côté, qui servent à mesurer tous les autres. Le

plus court côté a pour valeur 22.796 m. et le plus long 68.276 m. Les sommets des triangles furent le dôme de la Basilique de Saint-Pierre à Rome, point de départ, puis les monts Gennaro — visible de Rome —, Sorano, Fionchi, Tessio, Pennino, Catria, Carpegna et Luro, dernier sommet du réseau. Boskovic a consacré une attention particulière à la reconnaissance du terrain pour choisir les sommets de ces triangles de la chaîne et pour bâtir des signaux. Aux sommets des triangles, il construisait de hautes pyramides en bois « se profilant sur le ciel » (31) et « il semblait que la montagne se terminait par une ligne interrompue par un point noir — le signal ».

Quant à l'azimut, Boskovic souligne qu'il faut comparer l'azimut géodésique d'un côté de la chaîne de triangles avec l'azimut astronomique de ce même côté obtenu par observation du soleil au lever ou au coucher (32). Pour l'azimut astronomique de raccordement du premier côté [dôme de la Basilique de Saint-Pierre-Sorano], il trouve $339^{\circ} 54' 56''$ et pour l'azimut astronomique de raccordement du dernier côté Ausne-Luro la valeur $137^{\circ} 58' 04''$. Pour l'azimut géodésique de ce dernier côté, il obtient $137^{\circ} 59' 32''$ qui diffère ainsi de $1' 28''$ de son azimut astronomique. Il sait qu'une excentricité affecte les observations angulaires et qu'il faut corriger également certains angles, pour que leur somme fasse deux droits (33). Boskovic parle encore de la réfraction horizontale, et surtout de l'augmentation des « poids » des angles aigus lorsqu'il s'agit de passer de la base aux côtés des triangles de la chaîne. Il mesure ces angles aigus plusieurs fois et leur donne un plus grand « poids ». Il discute de la correction à faire à leur propos (34). Comme on le voit, il atteint des questions intéressant la géodésie actuelle et il est le premier qui ait pris en considération le poids de mesure lors de la compensation. Il faut remarquer que l'erreur moyenne d'un angle chez Boskovic a pour valeur $8'' 9$ (35) tandis que chez les savants français, en Laponie, elle vaut $11''$ (36), ce qui veut dire que la précision des mesures des angles chez Boskovic était dans les limites que les instruments d'époque permettaient d'obtenir.

Il utilisait un quart de cercle formé par un arc en fer de 90° et d'un rayon de 1 mètre environ, dont le limbe était divisé de $10'$ à $10'$. Un fil à plomb, suspendu librement au centre de l'arc indiquait la verticale et servait pour la mesure des angles verticaux. Le quart de cercle, qui servait pour la mesure des angles horizontaux, était muni de deux lunettes, dont une fixe, portée par l'un des bras, et l'autre mobile, attachée à l'alidade. Une description détaillée de cet instrument est donnée dans le *Voyage* (t. IV, ch. 2, p. 262-340). Il faut souligner que Boskovic donne une grande importance à un instrument accessoire de sa propre invention, « trouvé après une méditation attentive et avec un grand succès » (37). Il s'agit d'un vérificateur des divisions du limbe, constitué de deux plaques de verre faisant entre elles un angle de 45° et portant les index.

3. *Observations astronomiques.* — Boskovic devait au point de départ (Rome) et au point terminal (Rimini) de la chaîne de triangles de son

arc méridien Rome-Rimini faire des observations astronomiques pour arriver, d'une part, à l'orientation astro-géodésique indispensable pour les travaux géodésiques et cartographiques (puisqu'il a dû avec Ch. Maire corriger la carte géographique de l'Etat de l'Eglise) et d'autre part, pour déterminer la distance angulaire entre les mêmes points, c'est-à-dire l'ampleur de l'arc céleste afin de le comparer avec l'arc de méridien terrestre correspondant et trouver enfin la valeur d'un degré du méridien.

Boskovic a donc mesuré les distances zénithales des mêmes étoiles lors de leurs passages aux méridiens de Rome (la salle du Museum Kircher du Collège romain) et à Rimini (la maison du comte Garampi). La différence des distances zénithales d'une étoile au même instant, ou bien réduites au même instant, donnent la différence des latitudes géographiques de ces deux points extrêmes, c'est-à-dire l'ampleur de l'arc céleste cherché qui correspond à ces deux points de l'arc du méridien terrestre.

Boskovic tient compte en cette affaire du choix des étoiles, de la réfraction astronomique, de l'aberration annuelle, de la précession des équinoxes et de la nutation, c'est-à-dire de tous les facteurs. Il faut souligner que les savants français, dans leurs mesures, ne connaissent pas l'aberration annuelle des étoiles fixes. Boskovic est le premier à manifester l'effet de ce phénomène. Il dit à ce sujet : « Un grand nombre d'observations, qui s'accordaient parfaitement et réduites à la même époque, donnaient à peine une différence de 1" pour la position d'une de ces étoiles en comparaison avec sa position de l'année passée, ce que confirme parfaitement la théorie d'aberration annuelle trouvée par Bradly. Dans l'intervalle du temps passé entre les premières et les dernières de nos observations, l'une de nos étoiles devait s'approcher et l'autre s'éloigner notablement du pôle, et ce fait, nos observations l'ont prouvé » (38). Il dit encore que ces observations « donnent la valeur pour laquelle une étoile s'approchait et l'autre s'éloignait du pôle du mois de mai 1751 au mois de décembre 1752. Cette valeur était importante de façon que, en appliquant sur les premières et les dernières observations la correction pour l'effet d'aberration annuelle et en prenant leur valeur moyenne, nous ne trouvâmes pour l'ampleur de l'arc céleste déterminé de ces observations qu'une différence de 1". Les observations de deux étoiles donnèrent le même résultat. Si nous avions négligé l'effet de l'aberration, alors une des étoiles aurait donné pour l'ampleur de l'arc céleste une valeur de 20" plus grande que l'autre » (39).

Boskovic a fait construire, pour les observations astronomiques, un secteur zénithal de sa propre invention qui avait des avantages sur le secteur français. Tandis que le secteur français consistait en arc de cercle portant quelques degrés, l'instrument de Boskovic avait la forme d'un « T » renversé, constitué d'une barre de fer ($3 \times 0,054 \times 0,011$ m.) portant dans sa partie inférieure une plaque métallique transversale ($4 \times 8,1$ cm.) fixée perpendiculairement à la barre et dans laquelle une lame de cuivre mobile peut être déplacée suivant sa longueur. Cette lame — le limbe rectiligne — était divisée de 72 traits d'épaisseur

4,5 mm. Ainsi, au lieu des angles dans le secteur français, ce limbe rectiligne donnait leurs tangentes trigonométriques. Le limbe linéaire de Boskovic se déplaçait au moyen d'une vis munie d'un micromètre dont la valeur d'un tour était approximativement 0,9 mm. Etant donné que le tambour de la vis micrométrique était divisé en 180 parties, il était alors possible d'enregistrer un déplacement de ladite lame de 5 μ , soit un déplacement de $1/3$ de seconde d'arc puisque le rayon du secteur avait 3 m. Une autre innovation de Boskovic était que son secteur était muni d'une lunette attachée directement à la barre, faisant ainsi corps avec elle, ainsi que d'un fil à plomb suspendu exactement au milieu de la partie supérieure de la barre. La lunette, d'une distance focale de 3 m., était d'excellente qualité et « avait des avantages sur les lunettes beaucoup plus grandes » (40). Dans le plan focal, il y avait « deux fils argentés tendus » (41) dont l'un vertical et l'autre horizontal. Au moment de l'entrée d'une étoile dans le champ de la lunette jusqu'à atteindre le fil vertical, le fil horizontal est amené sur l'étoile à l'aide d'un micromètre. En notant l'instant où la coïncidence se réalise, il est facile de trouver la correction de l'horloge elle-même.

Mais ce n'est pas tout. Boskovic introduit le premier, de manière générale, les observations avec deux positions de la lunette. Par un retournement du secteur, la lunette peut être amenée sur deux positions opposées en observant toujours la même étoile au centre des fils. Boskovic dit que « le retournement du secteur était l'affaire d'un moment » (42). Il donne la règle pour amener l'axe de la lunette parallèlement au plan du secteur : « Observer l'étoile trois jours de suite, en retournant alternativement le secteur. Si le temps écoulé entre la première et la seconde observation est égal à celui qui se trouve entre la seconde et la troisième, l'axe de la lunette est exactement parallèle au plan de l'instrument » (43). Comme le dit Lalande (44), Boskovic « donne des formules très élégantes pour trouver l'effet des différentes erreurs que produit la déviation de la lunette du plan du secteur..., des méthodes très ingénieuses pour reconnaître ces erreurs, pour vérifier le pas de vis, les divisions et les situations de toutes les parties ».

Venons-en aux résultats. Boskovic trouve pour l'ampleur de l'arc céleste correspondant à l'arc du méridien terrestre Rome-Rimini, une valeur de $2^{\circ} 09' 47''$, par observations des étoiles α du Cygne et μ de la Grande Ourse (45). De ces deux étoiles et de l'observation de β du Cocher il détermine également la latitude géographique de Rome « avec beaucoup plus de précision et de sûreté que l'on n'a jamais fait auparavant ». On peut s'en rendre compte, dit-il (46), « si l'on compare nos observations, surtout de β du Cocher, avec les observations faites à Paris. »

La précision de ses observations astronomiques est bonne. Comme le montre Abakumov (47), il obtient, pour l'erreur moyenne d'une observation, $0'' 7$ et pour l'erreur arithmétique moyenne du résultat $0'' 3$.

De la différence des latitudes géographiques à Rome et à Rimini, Boskovic déduit, comme nous l'avons dit, l'ampleur de l'arc céleste

2° 09' 47" auquel correspond l'arc du méridien terrestre d'une longueur de 240 162,79 m. (123 221 toises). Donc, pour la valeur de 1° du méridien terrestre sur la latitude moyenne 42° 59' N, Boskovic obtient 11.029, 39 m. (56 966,3 toises). Mais pour certaines raisons justifiables, par exemple du fait qu'il donne à la mesure de la base de Rimini un poids 2 — celle-ci était mesurée deux fois — et à la mesure de celle de Rome un poids 1, etc., Boskovic corrige le résultat obtenu de 24,75 m. (12,7 toises) de sorte qu'il trouve pour le résultat définitif de 1° du méridien sur la latitude moyenne 42° 59' N la valeur 111.054, 14 m. Si l'on compare cette valeur avec les 111.080,21 m. du même degré sur l'ellipsoïde de Bessel, ou les 111.094, 34 m. sur celui de Krasovsky, ou enfin avec les 111.095,82 m. sur l'ellipsoïde de Hayfort, on peut conclure que Boskovic a obtenu un résultat excellent.

Au sujet de la mesure du Degré de l'Etat de l'Eglise par Boskovic, il faut dire quelques mots sur certaines remarques faites à ce sujet.

Le professeur Dr N. Cubranic (Zagreb) dit que Boskovic a entrepris ces mesures « sans aucune expérience dans les mesures ou bien dans la technique de mesurer en général » (48). Nous pensons que le jugement du professeur N. Abakumov (Zagreb) à ce sujet est plus exact lorsqu'il dit que Boskovic « était mûr pour cette entreprise » (49). Le savant français Lalande dit que pour ce travail « il fallait toute l'intelligence et toute l'activité de cet habile géomètre » et que les méthodes données par Boskovic « sont pleines de sagacité et annoncent les talents supérieurs d'un des plus grands géomètres de ce siècle qui a su réunir la pratique la plus industrielle à la théorie la plus délicate... » (50). Enfin, lorsqu'on compare son secteur zénithal et son appareil pour mesurer les bases avec ceux dont disposaient les savants français dans leurs expéditions, et quand on prend en considération qu'il « a le premier appliqué plus de deux degrés pour déterminer les dimensions de la Terre... en développant une espèce de méthode de compensation... » (51) comme affirme Strasser, alors il est difficile de dire que Boskovic n'avait pas d'expérience. Au contraire, Boskovic s'engage dans cette mesure de degrés avec beaucoup de connaissance, en construisant de nouveaux instruments, en introduisant de nouvelles méthodes pour examiner et corriger les erreurs d'observations et en tenant compte des expériences des chercheurs précédents.

De manière analogue, le Baron de Zach, constatant que la latitude géographique de Rimini déterminée par Boskovic diffère de 4" de la valeur trouvée par lui-même en utilisant le théodolite répétiteur de Ricchenbach, qualifie Boskovic de « mauvais observateur » (52). L'astronome anglais G. B. Airy dit à ce sujet (53) : « The same Astronomer (il pense à de Zach) has calculated from the observations of Boscovich the latitude of Rimini, and finds that it differs nearly 4" from that which he has determined by 110 observations of Polaris and α Aquilae with a repeating-circle. But there is a fallacy in his mode of observation. The advantage of observing, with a repeating-circle, stars on both sides of the zenith, consists in this : that if the declination of these stars have

been determined by an instrument which has no constant error, the constant error of the repeating-circle will be eliminated from the result. But the declination of α Aquilae used by Zach, was determined by the same repeating-circle, and differs from that commonly used; consequently, his results are affected with the constant error which affects the observations of Polaris. And as the sector of Boskovich was reserved three times during the observations of α Cygni at Rimini, and five times during those of μ Ursae Majoris, we cannot allow the result to be set aside for any observations made with a repeating-circle. From the appearance of the observations, and the character of the observer, we consider that great reliance may be placed on the results of this measure. » Il est évident que Airy rend hommage à Boskovic.

G. Ricchenbach (54) a également réexaminé la mesure du degré de Boskovic. Il a trouvé que la valeur calculée de la base de Rome diffère de celle mesurée directement de 0,65 m. seulement et que l'ampleur de l'arc céleste ne diffère de la valeur de Boskovic $2^{\circ} 09' 47''$ que de $-5'' 56$. Il en conclut que Boskovic n'était pas si mauvais observateur que de Zach le voudrait. Il est vrai que Ricchenbach a trouvé dans l'orientation astro-géodésique de Boskovic des erreurs assez importantes et de Zach l'a évidemment remarqué — par exemple, pour l'azimuth de Rimini, il y a plus d'une minute d'arc entre la valeur obtenue par lui et celle de Boskovic —, mais Airy (53) considère que cela — pour la valeur de 1° du méridien — « n'a aucune importance puisque la chaîne de triangles suit exactement le méridien ».

Les ingénieurs-géographes français ont fait, une cinquantaine d'années après que Boskovic ait fait ses mesures, certains travaux dans la chaîne de triangles de Boskovic et trouvé quelques divergences. A. Secchi (55), en connexion avec ceci, a fait l'examen critique aussi bien des travaux des ingénieurs-géographes français que des mesures de Ricchenbach, et il conclut : « Je ne me suis pas arrêté assez longuement sur ce sujet pour prétendre que Boskovic fut infaillible. Je dis seulement qu'on ne trouve d'erreur grave ni chez Boskovic ni chez les ingénieurs-géographes français. »

Il n'est pas inutile de préciser que la mesure de la base de Rimini faite par les ingénieurs-géographes français ne donna qu'une différence de 0,28 m. avec le résultat de Boskovic.

Enfin il faut ajouter que Boskovic a été le premier à concevoir le principe suivant :

Si l'on donne plus de deux paires de valeurs observées de deux variables x et y liées par la fonction linéaire $y = ax + b$, les valeurs a et b qu'il faut prendre doivent satisfaire à trois conditions dont la dernière est que la somme de toutes les corrections sur les valeurs observées, tant positives que négatives, doit être *la moindre possible*, lorsque les deux premières conditions sont remplies (56).

Laplace dit de cette méthode de Boskovic qu'elle est « ingénieuse » (57), tandis que Wolf parle d'elle sur trois pages et dit qu'elle « présente pour la géodésie l'aurore d'un jour nouveau » (58). Jordan

et Eggert écrivent à ce propos : « Il faut considérer Euler, Mayer, Boskovic, Lagrange, Laplace comme les prédécesseurs de la méthode actuelle des moindres carrés. C'est vers 1770 que Boskovic a donné la règle selon laquelle, dans le cas des équations en surnombre, il faut déterminer des inconnues de telle façon que la somme des erreurs en surplus soit minimum » (59).

La méthode de Boskovic a été explicitée et perfectionnée plus tard par Laplace (57), Varicak (60) et plus particulièrement par Eisenhart (61). V. Varicak (60) a montré que Boskovic obtient pour l'aplatissement de la Terre les valeurs suivantes : $1/273$ en utilisant les 9 degrés (62), $1/248$ se servant de 5 degrés (63), $1/287,6$ sur la base de 8 degrés (64) et enfin $1/297$ en utilisant les valeurs de 7 degrés (65). C'est exactement la valeur que l'Association Internationale de Géodésie adopta pour l'ellipsoïde de Hayford.

II — BOSKOVIC ET LA FIGURE DE LA TERRE

Boskovic parle de la figure de la Terre dans son *Voyage* (tome V, p. 364-500) d'abord comme figure d'équilibre d'un fluide en révolution dont les particules s'attirent selon la loi de Newton (ch. I, p. 366-470) et ensuite, à partir des mesures des degrés de méridien conjointes à celles des longueurs de pendules à secondes (ch. II, p. 470-500).

Il pense qu'il existe beaucoup de surfaces régulières par lesquelles la Terre pourrait être représentée, une telle surface régulière étant définie par le fait que serait « exclu au-dessus autant de matière qu'il y aurait d'espace vide au-dessous » (66). Mais pour Boskovic, il est clair qu'une telle forme, qui serait obtenue si l'on « aplanissait les montagnes et les collines et comblait les vallées », n'est pas la forme que l'on cherche par la mesure de degrés. Cette forme peut être obtenue par la recherche géophysique et nous pouvons l'appeler « la surface de l'équilibre à laquelle est toujours perpendiculaire la direction de la pesanteur ». Elle ne dépendrait ni des montagnes ni de la constitution irrégulière de leurs parties, si la pesanteur était comme on l'imagine, grossièrement soumise à des conditions géométriques simples, dirigée vers un point, le centre de gravité de la Terre (67). Mais la direction de la pesanteur dépend de conditions plus complexes et de la disposition des masses.

C'est pourquoi Boskovic affirme que la surface définie à l'instant peut avoir des ondulations (68) suivant la structure intérieure réelle de la Terre. Bien que J. B. Listing n'ait introduit le terme de géoïde qu'un siècle plus tard, en 1873, il est clair que la notion en est présente à la pensée de Boskovic.

C'est naturellement une notion théorique. Si Boskovic s'est tant préoccupé des mesures de degrés terrestres, jusque sur le plan international, c'est que ces mesures seules doivent permettre d'éprouver la notion théorique, de savoir exactement si les méridiens sont congrus, si les parallèles sont de vrais cercles. Or précisément la différence entre

le degré de méridien de Boskovic (à la latitude moyenne $42^{\circ}59'N$) et celui de Cassini-La Caille (à la latitude moyenne $43^{\circ}31'N$) donne 118,89 m. Si la Terre était un ellipsoïde régulier, la différence devrait être (en raison de la différence des latitudes), 15,59 m. Boskovic en conclut que les méridiens ne sont pas égaux et il indique que la variation du degré de méridien le long d'un même parallèle ne peut s'expliquer que par le changement provoqué dans la direction de la pesanteur, par la répartition de la masse, ainsi que par la courbure de la surface d'équilibre, c'est-à-dire du géoïde (69). « De quelque côté qu'on se tourne, on ne voit rien de régulier, rien de fixe ni de constant », dit Boskovic (70). Mais il ne pense pas que l'on ne doive pour autant multiplier les hypothèses différentes (71). Variation de la densité des masses du centre de la Terre vers sa surface, dans la croûte terrestre, existence de grandes cavités souterraines, surtout celles provenant de la formation des montagnes par le soulèvement de l'écorce terrestre provoqué par un processus dynamique, agglomération excessive de matériaux susceptibles d'exercer une influence appréciable aussi bien sur l'attraction que sur la variation de la pesanteur : autant de questions, dit Boskovic, que nous ne pouvons résoudre par la seule mesure des degrés. Pas plus que la suivante : « Y a-t-il dans les entrailles de la Terre une grande irrégularité dans le tissu des parties de la matière, ou bien toutes ces inégalités et irrégularités de degrés sont-elles l'effet de ces moindres inégalités que nous voyons à la superficie. » Et encore : « Nous ne savons pas même au juste si la surface de l'équilibre rentre en elle-même, ou si elle tourne toujours en spirale... » (72). Boskovic dit clairement d'ailleurs que la coupe du géoïde par un plan passant par le pôle et la verticale d'un lieu a une courbure irrégulière, ce qui est la conséquence de l'influence des montagnes et des vallées ainsi que de la répartition des masses près de la surface de la Terre » (73).

Boskovic n'est pas convaincu qu'il existe une attraction inversement proportionnelle au carré des distances à la proximité de la surface de la Terre (74). Le savant soviétique A. M. Godvicki-Cvirko précise à ce sujet : « Boskovic lui-même, en étudiant les résultats de ses mesures de degrés, qui étaient d'ailleurs en accord avec les résultats théoriques fondés sur la loi d'attraction de Newton, exprime son hypothèse sur les erreurs qui sont la conséquence de l'écart entre la parabole cubique de Newton et la véritable courbe de la loi des forces pour les distances moyennes correspondant à la surface de la Terre. Pour les petites distances, l'écart entre lesdites courbes est total; pour les distances astronomiques l'écart est négligeable; pour les distances moyennes l'écart n'est pas notablement sensible, mais il provoque cependant des erreurs qu'il est possible de constater en comparant les données calculées et celles mesurées » (75).

Il pourrait arriver, pour nous qui nous trouvons à la surface de la Terre, dit Boskovic, que, à ces distances moyennes qui nous séparent des autres parties de la Terre, ces deux courbes, — la parabole cubique de Newton et la courbe des forces de Boskovic, — s'écartent suffisamment de façon à ce que le total des forces égale l'action d'un noyau

sphérique homogène à égales distances du centre, joint à une masse placée au centre, et agisse en raison directe des distances » (76).

Boskovic parle de la déviation de la verticale comme étant la conséquence de la répartition disproportionnée des masses soit à la surface de la Terre soit à l'intérieur du globe. Bouguer et La Condamine n'ont trouvé qu'une déviation de la verticale de 7" dans les Andes équatoriales. Etant donné la grandeur de cette montagne et en considérant le fait que la densité de la masse était égale à la densité moyenne de la Terre, Boskovic pense que cette montagne aurait dû produire une déviation plus considérable. L'effet que peut produire une montagne à la surface de la Terre peut également être produit par des inégalités de densité de part et d'autre au-dessous de la surface terrestre ainsi que par de grandes cavernes qui se trouvent à proximité du lieu d'observation (77). A l'inégalité qui se trouve à la surface, dit Boskovic, il faut ajouter les inégalités qui se trouvent à l'intérieur du globe où il existe de grandes cavités, de grands sédiments soit de marbre, soit de métaux, soit de matière condensée (78).

Pour confirmer sa supposition Boskovic exprime une pensée vraiment géniale : « Je pense que les montagnes se forment par l'effet d'une expansion thermique de la matière dans les profondeurs, qui soulève les couches de la Terre plus proches de la surface. S'il en est ainsi, cette élévation ne présente aucun afflux de matière nouvelle. Le vide renfermé à l'intérieur de la montagne est compensé par la masse qui le couvre » (79).

Le savant américain Daly, qui cite cette pensée de Boskovic, dit : « Boskovic a donné, bien avant Pratt, le postulat sur la diminution de la matière au-dessous d'une région montagneuse qui suffit à compenser largement les extra-hauteurs de ladite région. Il conclut également que la couche de la croûte de la Terre, caractérisée par une telle diminution, est relativement mince, comme le demande le terme moderne d'« isostasie ». La partie du texte cité indique probablement la première apparition du verbe « compenser » dans le sens de notre sujet. Boskovic imagine la compensation d'extra-hauteurs comme étant l'effet d'un processus dynamique — de l'expansion des roches qui se trouvent au-dessous de la surface des montagnes » (80).

Boskovic cerne la pensée isostatique et le mot « compenser » d'une manière encore plus concrète lorsqu'il dit que « le défaut de la pesanteur est compensé par le surplus de la masse, c'est-à-dire par le remplissage des mers à l'équateur » (81).

Boskovic est plongé dans les pensées sur la répartition disproportionnée des masses soit à la surface de la Terre soit à son intérieur et sur l'effet que ces masses peuvent produire sur la forme de la Terre. Puisqu'il y a tant d'inégalités à la surface terrestre, qui, si petites soient-elles, produisent de si grandes déviations de la verticale, n'est-il pas logique de penser qu'il existe des irrégularités semblables à l'intérieur de la Terre et capables de produire des déviations de la verticale de quelques secondes (82)? Boskovic suppose qu'une étendue de terrain soulevé peut produire un plus grand effet sur un pendule qu'une mon-

tagne isolée (83). A ce sujet Pizzetti dit « que Boskovic a été le premier qui ait supposé que les déviations de la verticale pourraient être produites plutôt comme une conséquence de l'étendue des continents et des mers que de certaines montagnes en particulier et qu'elles pouvaient avoir, pour cette raison, un caractère systématique » (84). Boskovic va encore plus loin, lorsqu'il se demande, s'il ne peut arriver que le centre de la Terre soit distinct de son centre de gravité autour duquel les parties se trouvent en équilibre, ou bien lorsqu'il affirme que la densité est fortement inégale dans toutes les directions et à des distances égales du centre, qu'il existe, enfin, de grandes cavités répandues à l'intérieur de la Terre sans aucun ordre (85).

Le préjugé sur la régularité et la simplicité est selon lui une source d'erreurs et elle a contaminé beaucoup de philosophes. L'analogie dans la nature nous indique plutôt des formes irrégulières qu'une loi fixe. Ces irrégularités existent dans les mouvements des astres et si elles sont moins visibles, cela ne veut pas dire qu'elles soient moins réelles. En tout cas, dit Boskovic, s'il est permis de raisonner ici par l'analogie, nous pouvons de préférence conclure que la Terre a une forme irrégulière qu'une courbure uniforme. Mais il y a plus que l'analogie.

Boskovic le dit clairement : « Il me vint une pensée que je n'ai pu depuis m'ôter de l'esprit, à savoir, que l'anomalie des degrés et des pendules isochrones, est en grande partie la conséquence d'une tissure inégale et irrégulière des parties internes de la Terre, telle que, si cette inégalité avait lieu proche de la superficie, elle dérangerait la proportion des degrés, si elle était enfoncée plus avant, elle altérerait la figure même de la Terre, j'entends cette figure qu'elle aurait si on retranchait toutes les inégalités extérieures qui sont à sa surface... » et il ajoute : « et si ma conjecture est vraie, il n'y a plus lieu de s'étonner que la différence, tant des degrés de la Terre que de la gravité, ne suive exactement aucune proportion régulière » (86).

Dans tous les cas il n'y a rien de certain dans la forme de la Terre tant que l'on fixe seulement l'attention sur les mesures faites de degrés. Mais si l'on y joint les mesures faites pour le pendule isochrone, alors on peut certainement se rendre compte que la masse irrégulière est plus grande sur la surface de la Terre et près de cette surface qu'à l'intérieur de la Terre.

En complément des travaux géodésiques, il faut donc faire des mesures géophysiques, c'est-à-dire mesurer la variation de la pesanteur aussi bien sur les continents que sur les mers. A cet effet Boskovic imagine un appareil muni d'une plume élastique, mise en liaison avec un rouage et des aiguilles, appareil susceptible d'être monté sur un navire.

Cf. *De inæqualitate gravitatis in diversis Terræ locis* (Rome, 1741), art. 19, p. 25 :

« Ut autem ope pendulorum satis exacta haberi potest mensura decrementi gravitatis, sic putamus non minus accuratam haberi posse conferendo ipsam cum vi alterius generis, ut cum elastica... Ita aptetur

in machina lamina elastica, ut ad ejus compressionem ope catenulæ, ut in horologiis solet, circumvolvantur rotulæ cum indice, et motus multiplicetur : ipsam autem laminam comprimat pondus filo suspensum. Addito, vel imminuto tantillum pondere, augebitur non nihil compressionem indicabit. ... Imo libere suspensa machina intra navis conclave in longioribus navigationibus, posset plurimum locorum gravitas quotidie determinari. »

Boskovic peut donc être considéré comme un précurseur dans la conception des gravimètres modernes.

III. — LA PERSONNALITÉ DE BOSKOVIC

On dit que les géodésiens connaissent peu ou pas du tout les travaux géodésiques de Boskovic. Bien que ce ne soit pas erroné, nous pensons que l'on pourrait plutôt dire que Boskovic est une personnalité oubliée. Ainsi, quand Wolf, — déjà en 1892, — donne l'historique de la théorie des moindres carrés, il dit : « On considère, d'habitude, que Lagrange et Gauss ont un mérite égal, mais il est regrettable que sauf ces deux, personne ne mentionne Boskovic comme leur prédécesseur. »

Or, l'oubli de Boskovic n'est pas sans fondement. Le traducteur du *Voyage* (Voyage astronomique et géographique...), Hugon, dit dans l'Avertissement de sa traduction : « Presque tout ce qui a été écrit depuis près d'un siècle sur la figure de la Terre a été écrit en français. Même l'ouvrage espagnol, composé sur cette matière, a été traduit en français. Celui-ci (Hugon pense à *De litteraria expeditione* de Boskovic) ne devait point être excepté de la loi commune. Il renferme des choses trop intéressantes, et pour le progrès de l'astronomie, et pour l'honneur de notre nation, et l'on ne sera pas fâché de le voir placé à côté de ceux de De Maupertuis, Clairaut, Bouguer, de La Condamine, Cassini de Thury, de La Caille... ». Hugon traduit Boskovic, comme il dit, « parce que l'original se trouvait à Rome où l'on pouvait uniquement se le procurer » et Todhunter dit « que l'on peut considérer *De litteraria...* 1755, comme étant épuisé même à l'époque de sa parution » (88). Il y a là certainement une des raisons pour lesquelles Boskovic a été quelque peu oublié.

Mais il y en a de plus importantes. Il ne faut pas perdre de vue que Boskovic était un Jésuite et certains savants français influents ne le supportaient pas. Le *Voyage* est imprimé au moment de la persécution des Jésuites. Le traducteur Hugon, également un Jésuite, prend non seulement le pseudonyme de De Chatelain, mais ne le mentionne même pas sur les pages du *Voyage*. Dans l'Avertissement que nous avons cité plus haut, le nom de Boskovic ne paraît pas. Combien la situation était difficile pour les savants-Jésuites de cette époque, nous pouvons nous en rendre compte par les paroles de Cauchy s'adressant à leurs adversaires : « Vous ne demandez certainement pas que l'on écarte le nom de Boskovic en réimprimant les Œuvres de Laplace » (89). En effet, tandis que Laplace, dans ses *Mémoires* de 1789, dit que « Boskovic a donné une méthode ingénieuse » qu'il développe ensuite, les *Œuvres*

de Laplace de 1878 ne font aucune mention de Boskovic, ce qui frappe l'Américain Ch. Eisenhart qui dit : « But he fails to make any mention of Boscovich! » (61). Evidemment, si les œuvres de Boskovic sont rares, et si certains auteurs plus modernes se servent de lui sans le mentionner pour une raison ou une autre, comment pourrait-il être connu!

Ajoutons une autre remarque :

Etant donné que Boskovic parle de la figure de la Terre dans le même ouvrage où il parle de sa mesure de l'arc de méridien qui a un caractère local, il est évident qu'on a forcément oublié avec le temps les idées de Boskovic sur la figure de la Terre.

Enfin la langue latine, dont Boskovic se sert, est assez responsable, ainsi que le fait que son ouvrage était « écrit en un vieux style géométrique qui n'était point commode à accepter pour la recherche » de la forme et la grandeur de la Terre, comme le dit Todhunter (90). Ce dernier doit être remercié d'avoir analysé, sur 30 pages, le V^e tome de l'ouvrage de Boskovic *De litteraria... 1755*, dans son *A History of the Mathematical Theories of the Earth, from the Time of Newton to that of Laplace* (t. I, 1873). Il faut remercier aussi Wolf qui parle à plusieurs endroits de Boskovic dans son *Handbuch der Astronomie, ihre Geschichte und Litteratur* (1882). Ces deux auteurs ont permis la redécouverte de la pensée et de l'œuvre de Boskovic.

Qu'il nous soit permis de compléter ce que nous avons dit plus haut de son œuvre géodésique en mettant en lumière ses idées bien méconnues sur la cosmogonie.

Pour Boskovic, les étoiles se trouvent à diverses distances et planent soit dans un espace vide, soit dans un espace de matière tellement raréfiée qu'elle n'offre aucune résistance à leurs mouvements. Elles possèdent leur propre lumière, comme notre Soleil, et peuvent être plus grandes ou plus petites que le Soleil. Boskovic est bien en avance sur son époque lorsqu'il évoque les températures qui règnent sur le Soleil et sur les étoiles (91). Il lui est clair que ces hautes températures sont une conséquence des forces, c'est-à-dire des processus qui règnent sur le Soleil et sur les étoiles.

Aujourd'hui nous connaissons l'évolution des étoiles, nous savons que les étoiles naissent comme des étoiles géantes avec un énorme volume et une très petite densité. Elles se condensent avec le temps. L'étoile devient une étoile-naine lorsqu'elle a un très petit volume mais une énorme densité, quelquefois même 50.000 fois plus élevée que celle de l'eau. Boskovic a eu l'idée de ce schéma évolutif (92). Il a dit clairement, qu'en un seul corps, donc dans une étoile, il existe un certain rapport déterminé entre l'espace vide et l'espace plein, c'est-à-dire l'espace dans lequel se trouve la matière. Les distances entre les particules peuvent se réduire, ce qui signifie que lesdites particules peuvent se rapprocher les unes des autres, peuvent se diviser en de plus petites parties, donc se briser, comme nous le disons aujourd'hui. Par suite de cela se produit un accroissement de la densité jusqu'à ce que les parties se touchent. C'est justement là le cas chez les étoiles-naines, où les noyaux des atomes

privés de leurs électrons se touchent lorsqu'est atteinte la plus grande densité de l'étoile. Boskovic dit d'une manière également claire que dans un corps qui contient une quantité déterminée de matière, la densité peut diminuer et augmenter, ce qui, chez les étoiles, correspondrait aussi à leur pulsation.

Pour Boskovic, l'univers est immense mais limité. On n'a peut-être pas assez remarqué que sous le mot de particule ou de point matériel, Boskovic conçoit des ordres différents. Sa courbe des forces mutuelles attractivo-répulsives s'applique sans doute à des particules élémentaires, mais aussi des systèmes de particules qui sont ainsi des particules d'un ordre supérieur (93). Boskovic place les étoiles, en tant que systèmes de particules d'un ordre supérieur, aux points stables (limes cohaesionis) de sa courbe des forces. Cela signifie que les étoiles peuvent se mouvoir dans une région déterminée et qu'elles resteront en équilibre stable les unes par rapport aux autres, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent pas tomber les unes sur les autres, étant donné qu'elles doivent se trouver à des distances déterminées. Aujourd'hui, nous savons que ces distances entre deux étoiles s'élèvent en moyenne à cinq années lumière. Mais Boskovic va encore plus loin lorsqu'il affirme, au même endroit, que le Soleil et les étoiles que nous voyons — ou, comme nous le disons aujourd'hui, notre galaxie — peuvent aussi dans leur ensemble, constituer un système de particules d'ordre supérieur par rapport à ce qui le compose. Et de tels systèmes — les galaxies — doivent être stables, car ils se trouvent à des distances établies — nous savons que ces distances sont en moyenne d'environ un million d'années lumière —, qu'ils doivent se mouvoir dans des régions déterminées et que par conséquent ils ne peuvent pas se précipiter les uns sur les autres. De tels systèmes-galaxies, dit Boskovic, peuvent être en grand nombre dans l'univers. Nous savons que les astronomes en ont découvert jusqu'à présent, par voie photographique, près de deux millions. Enfin, on peut passer des systèmes-galaxies à des systèmes bien plus grands. Aujourd'hui, les astronomes connaissent les métagalaxies, donc des associations constituées d'un nombre plus ou moins grand de galaxies. Tous ces systèmes, dit Boskovic, seront forcément en équilibre, car ils se trouvent à des distances déterminées et se meuvent dans des régions établies; il ne peut pas être question qu'ils tombent les uns sur les autres, qu'ils se fondent, avec le temps, en une masse amorphe, que l'Univers se détruise par concentration comme c'était le risque inéluctable avec la seule loi de gravitation de Newton.

Enfin, Boskovic a aussi son opinion sur le mouvement de la Terre.

En 1746, dans son ouvrage *De cometis*, il écrit : « Je respecte la Sainte Ecriture et les décrets de la Sainte Inquisition, c'est pourquoi je reconnais que la Terre est immobile. Cependant, pour que les choses puissent se concevoir, je supposerai qu'elle tourne autour du Soleil, comme les comètes. » Il est compréhensible que Boskovic ait pu écrire cela, ayant profité d'un décret de la Sainte Chancellerie de 1616, qui autorisait de parler du mouvement de la Terre en ne prenant, toutefois, ce mouvement que comme une hypothèse. Mais dans son œuvre : *Opera pertinentia ad opticam et astronomiam*, de 1770, Boskovic parle plus clairement en

disant comment sont inexacts les systèmes de Tycho Brahe et de Copernic pour la simple raison que la Terre tourne et autour de son propre axe et autour du Soleil, et qu'avec celui-ci elle se meut à travers l'espace sidéral.

Il faut cependant préciser. Dans le *Voyage* (t. V, art. 11, p. 368), donc dans son œuvre géodésique principale, Boskovic évoque le mouvement de la Terre qu'il présente comme une « théorie de l'auteur », donc comme sa propre théorie. Il écrit : « Lorsque je dis qu'elle est immobile ou qu'elle se meut, je pense au mouvement ou au repos relatif par rapport à l'espace sidéral dans lequel nous nous trouvons avec tous les corps que nous voyons. Je conçois dans tous les corps, relativement à cet espace, une sorte d'inertie, ou une détermination à demeurer dans le repos, ou à être mus uniformément en ligne droite, soit que cet espace soit immobile, soit qu'il soit transporté par un mouvement quelconque. S'il est immobile, la Terre et tous les corps qu'il contient seront en mouvement. S'il a un mouvement contraire et égal au mouvement de la Terre, ou de Jupiter, ou de quelque autre portion de matière, cette portion, ou Jupiter, ou la Terre seront immobiles. Tous les autres corps auront un mouvement composé du mouvement de l'espace et du mouvement qu'ils ont dans cet espace. Voici de quoi rassurer ceux qui appréhendent que le double mouvement de la Terre, dans le système de Copernic et de Newton, ne soit opposé au sens littéral de l'Ecriture Sainte. Rien ne les empêche de supposer la Terre immobile, sans rien déranger à l'économie de ces systèmes. Mais s'il a un mouvement contraire à ceux de tous les corps qu'il renferme, tous ces corps auront un mouvement composé de leur mouvement propre dans l'espace, et du mouvement commun de cet espace. Dans tous ces cas, les mouvements des corps renfermés dans cet espace, seront toujours les mêmes relativement à l'espace. Et comme nous y sommes nous-mêmes renfermés, il nous est impossible de connaître par aucun phénomène, ni par aucun raisonnement humain, ce qu'on doit penser du repos ou du mouvement dans l'espace. »

Ainsi Boskovic prend en considération, dans l'esprit de ses conceptions cosmogoniques, l'espace limité, c'est-à-dire un espace sidéral dans lequel sont contenus tous les corps que nous voyons et sur lesquels se rapportent toutes nos observations. Si la Terre et tous les corps dans cet espace se meuvent, et que cet espace sidéral ait un mouvement égal et contraire à celui de la Terre, alors celle-ci sera immobile pour un observateur se trouvant en dehors de cet espace.

Il nous faut conclure. Nous en avons assez dit pour que l'on comprenne combien fut regrettable l'obstacle de la langue latine et du style géométrique à la diffusion des idées de Boskovic. Et beaucoup après lui ont pu utiliser ce qu'il avait déjà conçu et formulé sans être tenu pratiquement de lui rendre hommage. On a pu le piller impunément. Lors de sa venue à Paris, il a eu conscience de représenter une technique mathématique dépassée et il a exprimé la tristesse qu'il en ressentait (94).

Mais la technique opératoire ne fait pas le génie et Boskovic dépassait à son tour son temps par la hauteur de sa pensée. Comme le dit Lalande :

« L'esprit d'invention que l'on trouve dans ses ouvrages suffit à le mettre au-dessus de beaucoup de ceux dont le calcul intégral a fait la réputation » (96). Boskovic « est le plus grand géomètre » (97) et « l'un des premiers mathématiciens d'Europe » (98). C'est « le newtonien le plus conséquent qu'il y ait eu » (99), il est « même plus grand que Newton puisqu'il est allé beaucoup plus loin que ne l'a fait cet homme célèbre » (100).

Djordje NIKOLIC,
Institut Géographique
de l'Armée populaire yougoslave, Belgrade.

BIBLIOGRAPHIE

1. E. DOUBLET. — *Histoire de l'astronomie*, Paris, 1922, p. 375.
2. BOSKOVIC (R. G. BOSCOVICH). — *Voyage astronomique et géographique dans l'Etat de l'Eglise*, Paris, 1770, préface, XV et t. V, art. 239, p. 491.
3. BOSKOVIC. — *De litteraria...* de 1756, p. 359.
4. BOSKOVIC, *Voyage*, V, art. 320, p. 492.
5. BOSKOVIC, *Voyage*, V, art. 325, p. 495.
6. BOSKOVIC, *Voyage*, V, art. 330, p. 497.
7. BOSKOVIC, dans B. STAY, *Philosophia recentioris*, II, Rome, 1760, voir *Supplementis*, art. 352, p. 406; A. RITTER, Die bei des astronomische-geodätischen Landesvermessung in Ostereich-Ungarn, seit deren Beginn im Jahre, 1762, verwendeten Instrumente, dans *Mitteilungen das K. K. Militär-Geographischen Institutes*, IV Band, 1884.
8. BOSKOVIC, dans B. STAY, *op. cit.*, *Supplementis*, art. 379, p. 417.
9. BOSKOVIC, *Voyage*, I, p. 36-37; R. WOLF, *Handbuch der Astronomie*, II, Zürich, 1892, p. 194; G. B. BECCARIA, *Gradus Taurinensis*, Torin, 1774; J. LIESGANIG, *Dimensio gradum meridiani Vienstensis et Hungarici*, Vienne, 1770; J. DIXON-Ch. MASON, Observations for determining the length of a degree of latitude in the provinces of Maryland and Pennsylvania, *Phil. Trans.*, vol. 58, London, 1769, p. 270-328.
10. R. WOLF. — *Handbuch der Astronomie, ihre Geschichte und Litteratur*, II, Zürich, 1892, p. 193.
11. Publié dans *Memoriæ de Bononiensi Scientiarum et Artium Instituto atque Academia*, vol IV, 1757, p. 353-394. Cet ouvrage de BOSKOVIC est réimprimé en latin et avec une traduction en serbo-croate de V. GORTAN, dans N. CUBRANIC, *Geodetski rad Rudjera Boskovića*, Zagreb, 161, p. 12-95.
12. Dans B. STAY, *Philosophia recentioris*, II, Rome, 1760, BOSKOVIC donne sur les pages 103-198 ses notes au-dessous des vers de STAY. Dans ses *Supplementis* dudit ouvrage de STAY, BOSKOVIC donne des articles suivants : De veterum conatibus pro magnitudine Terræ determinanda, p. 385; De primis recentiorum conatibus pro determinanda magnitudine telluris, p. 390; De dimensione gradum meridiani et paralleli, p. 393; De figura et magnitudine Terræ ex plurium gradum comparatione, p. 400; De recentissimum gradum dimensionibus, et figura, ac magnitudine Terræ inde derivanda, p. 406.
13. G. STRASSER. — *Ellipsoidische Parameter der Erdfigur* (1800-1950), München, 1957, p. 26; W. A. HEISKANEN-F. A. VENING MEINESZ, *The Earth and its gravity fiel*, New-York, 1958.

14. N. ABAKUMOV. — Astronomsko-geodetski radovi Rudjera Boskovic, dans *Almanah Boskovic*, Zagreb, 1950, p. 193.
15. G. B. AIRY. — Fihure of the Earth, dans *Encyclopædia Metropolitana*, p. 206.
16. BOSKOVIC. — Dans B. STAY, *op. cit.*, note, p. 103.
17. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 68-69, p. 38 et art. 72, p. 39.
18. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 26, p. 12.
19. BOSKOVIC. — *De litteraria...*, de 1756, p. 362.
20. Voir 19.
21. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 72, p. 39.
22. P. PIZZETTI. — *Höhere Geodäsie*, dans *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften*, VI-1-3, Leipzig, 1907, p. 6.
23. R. WOLF. — *Op. cit.*, p. 15-16.
24. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 110, p. 63.
25. Dr. S. HONDL. — *Boskovicev stalak*, dans *Almanach Boskovic*, Zagreb, 1951, p. 169; BOSKOVIC, *Voyage*, I, art. 111, p. 63.
26. R. WOLF. — *Op. cit.*, p. 15-16.
27. JORDAN, EGGERT, KNESSL. — *Handbuch des Vermessungskunde*, IV-1, Stuttgart, 1958, p. 432; P. PIZZETTI, *op. cit.*, p. 6; R. WOLF, *op. cit.*, p. 15-16.
28. N. CUBRANIC. — *Geodetski rad Rudjera Boskovic*, Zagreb, 1961, p. 125.
29. G. PERRIER. — *Petite histoire de la géodésie*, Paris, 1939, p. 28.
30. BOSKOVIC. — *Voyage*, II, art. 13, p. 133.
31. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 86, p. 46.
32. BOSKOVIC. — *Voyage*, II, art. 33, p. 145.
33. BOSKOVIC. — *Voyage*, II, art. 21-24, p. 138-139.
34. BOSKOVIC. — *Voyage*, II, art. 21, p. 138.
35. N. CUBRANIC. — *Op. cit.*, p. 130.
36. *Astronomische Nachrichten* 9, B and S. 243.
37. BOSKOVIC. — *De litteraria...*, de 1756, p. 366.
38. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 202, p. 114.
39. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 208, p. 117.
40. BOSKOVIC. — *Voyage*, IV, art. 36, p. 195.
41. BOSKOVIC. — *Voyage*, IV, art. 45, p. 199.
42. BOSKOVIC. — *Voyage*, IV, art. 118, p. 235.
43. BOSKOVIC. — Voir 42.
44. *Journal des savants*, 1771, p. 227.
45. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 204, p. 115.
46. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 207, p. 117.
47. N. ABAKUMOV. — *Op. cit.*, p. 196.
48. N. CUBRANIC. — *Op. cit.*, p. 117.
49. N. ABAKUMOV. — *Op. cit.*, p. 193.
50. *Journal des savants*, 1771, p. 222 et p. 230.
51. G. STRASSER. — *Op. cit.*, p. 25.
52. ZACH. — *Correspondance astronomique*, t. 2, 1819, s. 248.
53. G. B. AIRY. — Voir 15, p. 207.
54. G. RICCHENBACH. — *Esame imparziale della triangolazione del P. G. Ruggero Boscovich*, Rome, 1846.
55. A SECCHI. — *Misura della base trigonometrica eseguita sulla via Appia per ordine del governo pontificio nel 1854-55*, Rome, 1855.
56. BOSKOVIC, dans B. STAY. — *Op. cit. Supplementis*, art. 385, p. 420; *Voyage*, p. 501-512.
57. S. P. LAPLACE. — *Mémoires*, Paris, 1792.
58. R. WOLF. — *Op. cit.*, p. 193-196.
59. JORDAN-EGGERT. — *Op. cit.*, I, p. 1.
60. V. VARICAK. — *Matematticki rad Boskovic*, I, Zagreb, 1910-1912, p. 92-102.
61. Ch. EISENHART. — *Combination of observation*, dans Roger Joseph BOSCOVICH, S. J., F. R. S., 1771-1787, *Studies of his Life and Work*

- on the 250. th Anniversary of his birth, London, 1961, p. 200-212.
62. Les 9 degrés : 1° LA CONDAMINE-BOUGUER, de 1736 et 1743; 2° LA CAILLE, de 1752; 3° MASON et DIXON, de 1746 et 1768; 4° BOSKOVIC et LE MAIRE, de 1752; 5° BACCARIA, de 1768; 6° CASSINI, de 1739 et 1740; 7° LISGANIG, de 1768; 8° MAUPERTUIS et CASSINI, de 1739 et 1740; et, 9° MAUPERTUIS, de 1736 et 1740.
 63. Voir 62. : 1°, 2°, 4°, 8° et 9°.
 64. Voir 62, sans 2°.
 65. Voir 62, sans 2° et 8°.
 66. BOSKOVIC. — *De litteraria...*, de 1756, p. 358.
 67. BOSKOVIC. — *De litteraria...*, de 1756, p. 359.
 68. BOSKOVIC. — Voir 67.
 69. BOSKOVIC. — *Voyage*, V, art. 319, p. 490-491.
 70. BOSKOVIC. — *Voyage*, V, art. 314, p. 489.
 71. BOSKOVIC. — *Voyage*, V, art. 317, p. 490.
 72. BOSKOVIC. — *Voyage*, V, art. 322, p. 492-493.
 73. BOSKOVIC. — Voir 72.
 74. BOSKOVIC. — *Voyage*, V, art. 326, p. 495.
 75. A. M. GODVICKI-CVIRKO. — *Naucne ideje Rudjera Josipa Boskovica*, Moskva, 1959, p. 31.
 76. BOSKOVIC. — Voir 74.
 77. BOSKOVIC. — *Voyage*, V, art. 238, p. 463.
 78. BOSKOVIC, dans B. STAY. — *Op. cit., Supplementis*, art. 371, p. 413.
 79. BOSKOVIC. — *Voyage*, V, art. 238, p. 463.
 80. R. A. DALY. — *Strength and Structure of the Earth*, New York, 1940, p. 36-37.
 81. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 18, p. 8-9.
 82. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 49, p. 27.
 83. BOSKOVIC. — *Voyage*, V, art. 239, p. 463-464.
 84. P. PIZZETTI. — *Op. cit.*, p. 319, Ref. 35.
 85. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 50, p. 28.
 86. BOSKOVIC. — *Voyage*, I, art. 45, p. 25.
 87. BOSKOVIC. — *De inæqualitate gravitatis in diversis Terræ locis*, Rome, 1741, art. 19, p. 25.
 88. J. TODHUNTER. — *A History of the Mathematical Theories of the Earth, from the Time of Newton to that of Laplace*, I, London, 1873, art. 458, p. 307.
 89. C. A. VALSON. — *La vie et les travaux du baron Cauchy*, Paris, 1868, Ch. VIII, Affaire des Jésuites, p. 117.
 90. J. TODHUNTER. — Voir 88.
 91. BOSKOVIC. — *Theoria Naturalis Philosophiæ*, Venise, 1763, art. 469.
 92. BOSKOVIC. — *Theoria Naturalis Philosophiæ*, Venise, 1763, art. 89.
 93. BOSKOVIC. — *Theoria Naturalis Philosophiæ*, Venise, 1763, art. 405.
 - wiederabgedruckt in Chr. KORTHOLD : *G. G. Leibniti epistolæ ad* 1684 als Nachfolger von P. DE CARVACY (1600?-1684) mit der Aufsicht
 94. Rudjer Boskovic. — *Gradja*, II, Zagreb, 1957. La lettre de Boskovic à son frère Baro, du 14 janvier 1760, p. 87-88.
 95. BOSKOVIC. — *Voyage*, V, art. 114, p. 418.
 96. *Journal des savants*, 1792, p. 113-114.
 97. *Journal des savants*, 1792, p. 243.
 98. J. ROBINSON. — *A system of Mechanical Philosophy*, Edinburg, 1882, p. 263
 99. SAINT-VENANT. — *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1887, p. 117.
 100. ZACH. — *Monatliche correspondenz*, 1807, p. 178.

CHRONOLOGY OF NATURAL PHENOMENA IN EAST AND WEST

*Additive to the article of D. J. SCHOVE
(Archives Internationales, n° 52-53, p. 263)*

Since the above paper was written in 1949, numerous papers on the Spectrum of Time project have appeared by myself and my international collaborators. More recent papers under the headings given above are thus :

a) 1955 a. — The earliest British eclipse record A. D. 400-600. *Journ. Brit. Astr. Assn.*, 65, n° 1 (déc. 1954), p. 37-43.

b) 1955 c. — Halley's Comet 1 : 1930 B. C. to A. D. 1986. Also : The Comet of David and Halley's Comet. *Journ. Brit. Astr. Assn.*, 65, n° 7, p. 285-290.

c) 1956 b. — Halley's Comet and Kamienski's formula. *Journ. Brit. Astr. Assn.*, 66, n° 4, p. 131-139.

d) 1955 b. — The sunspot cycle, 649 B. C. - A. D. 2000. *Journ. Geophys. Res.*, 60, n° 2, p. 127-146.

e) 1958 (Schove, D. J. with Dr. P. Y. Ho). — Chinese Auroræ, 1. A. D., 1048-1070. *Journ. Brit. Astr. Assn.*, 69, p. 295-304.

f) 1961 a. *Schove, D. J.* — Solar cycles and the Spectrum of Time since 200 B. C. Annals of the New York Academy of Science' « Solar variations, Climatic change and related Geophysical Problems », 95, 107-123 (See also *Journ. Brit. Astr. Assn.*, 1961).

g) 1961 b. Schove, D. J. — Tree rings and climatic chronology (in the same volume), 95, 605-622.

h) 1957 Schove, D. J. with A. W. G. Lowther). — Tree-rings and medieval archaeology. *Medieval Archaeology*, 1, 1957, 78-95.

D. Justin SCHOVE, Ph. D.
St. David's College, Beckenham, Kent.

Informations

DOCUMENTS OFFICIELS

Union Internationale d'Histoire et de Philosophie des Sciences Division d'Histoire des Sciences

COMMISSION DES INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES

La Commission de l'Inventaire Mondial des Appareils Scientifiques Historiques s'est réunie le 18 octobre 1961, à 10 heures du matin, à la Maison de l'Unesco sous la présidence de M. André Léveillé, Président, avec le concours des Organisations scientifiques des pays suivants : Allemagne Fédérale, Allemagne R. D. A., Autriche, Belgique, Etats-Unis, France, Israël, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Pologne, Royaume-Uni, Tchécoslovaquie, U.R.S.S. Le Directeur général de l'Unesco s'était fait représenter à cette réunion.

Les inventaires nationaux menés à bonne fin pour la Belgique, l'Italie et les Pays-Bas ont été présentés à la Commission; ceux de la Pologne et de la Tchécoslovaquie, annoncés. Enfin, des recherches publiées en Allemagne Fédérale, en Espagne, aux Etats-Unis, en France, au Royaume-Uni et en Suisse sont maintenant en la possession du secrétariat général de la Commission à Vinci-Florence.

Avec l'appui des Commissions Nationales de l'Unesco et celui des Comités Nationaux de l'U. I. H. P. S., l'enquête internationale s'est ainsi développée dans vingt-huit pays, dont le Secrétaire général a reçu les réponses ou les contributions.

Le représentant de la Pologne a présenté un projet que la Commission améliorera pour l'illustration de l'inventaire que son organisation scientifique se dispose à publier. Le représentant de la Tchécoslovaquie a, de son côté, proposé à l'accord de la Commission les bases de l'ouvrage mondial qu'il conçoit, auquel il est prêt à apporter la contribution de son pays.

Le rapport du Trésorier, sur la situation budgétaire de la Commission et l'emploi de la subvention de l'Unesco, a été approuvé.

Aux bons effets de la recommandation votée par la Conférence générale de l'Unesco, il a été cependant regretté que n'ait répondu jusqu'ici que partiellement l'aide donnée par l'Unesco à la Commission. Plusieurs rapporteurs nationaux ont recommandé de façon pressante que soit soutenu ce magnifique effort de coopération internationale,

localement compris et financièrement aidé de la part des Gouvernements et des Institutions nationales dans plusieurs pays, par exemple en Angleterre, en Belgique et en France, en Italie, en Allemagne fédérale et aux Pays-Bas, en Pologne, en Tchécoslovaquie et en U. R. S. S.

La Commission a voté la résolution suivante :

« Assurée que son point de vue est partagé au sein de plusieurs Conseils de l'Organisation Internationale,

« Décide à l'unanimité, en conclusion de ses débats, de joindre l'appel de la Commission à celui de son Président, M. André Lèveillé,

« Et le prie en conséquence de représenter à M. le Directeur général de l'Unesco, la nécessité de conserver au projet son caractère international, et de manifester cet appui dans un délai très court par un renouvellement du contrat de 1957 sur les bases qui lui ont été exposées. »

Le représentant de la Commission nationale française pour l'Unesco a tenu à saluer en M. A. Lèveillé lui-même, l'ouvrier de cette œuvre utile et belle, ainsi que la passion et la foi qui animent toute son œuvre.

La définition de l'appareil scientifique historique, souple à dessein pour les débuts du projet, et qui a été reprise par la Commission à chaque séance, se resserre à mesure que l'enquête avance, et que peu à peu, les instruments historiques disparaissent dans l'oubli. La Commission devra prendre garde que l'accent porte de plus en plus sur l'esprit de création qui préside à l'évolution de la condition humaine, si différent de l'esprit de fabrication, et que pratiquement l'enquête puisse mettre en lumière le facteur humain de la recherche et de la découverte.

Un vœu de la Commission s'est prononcé pour la préservation et pour la protection publique des premiers montages et appareils, qui sont des témoignages indispensables à la recherche historique, et qui restent le plus souvent à l'abandon ou en proie à la spéculation.

De substantielles études, dont la Commission demande que soit assurée la publication internationale, ont été versées cette année au dossier des enseignements de l'enquête, par les rapporteurs nationaux de l'Allemagne fédérale, de la Tchécoslovaquie et de l'U. R. S. S., de même qu'a été soulignée avec intérêt l'apparition d'un projet nouveau de l'American Institute of Physics, de New York.

Enfin la Commission a examiné, en même temps que certaines demandes de délai d'une à trois années, les différents modes de présentation qui lui ont été suggérés : à propos de l'illustration photographique, ou de la mobilité des feuillets, ou encore de l'unicité d'un document final. Un groupe de travail prendra, au sein de la Commission, les décisions nécessaires.

La Commission de l'Inventaire Mondial aura pour tâche dans sa prochaine séance, à la fois l'examen des contributions centralisées dans les divers pays, et le choix international qui tienne compte des positions respectives de leurs auteurs. Elle fera appel, en vue de cette publication

finale, à un comité de rédaction dont elle a désigné les membres auxquels vont les suffrages.

Un déjeuner avait réuni les membres présents au restaurant de l'Unesco, et la séance a pris fin à 17 heures.

ACTIVITÉS DES GROUPES ET COMITÉS NATIONAUX

ALLEMAGNE

Bericht über das 6. Internationale mathematikgeschichtliche Kolloquium im Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach-Schwarzwald.

Oktober 1961

Leitung : Jos. E. Hofmann, Ichenhausen über Günzburg.

Vorträge : E. M. Bruins, Amsterdam : Beiträge zu Euklids Elementen Buch I.

J. J. Burckhardt, Zürich : Über die mittleren Bewegungen der Gestirne bei al-Hwârazmî.

H. L. L. Busard, Venlo : Über unendliche Reihen im Mittelalter.

K. Fladt, Calw : Über das Keplersche Ei.

H. Freudenthal, Utrecht : Aus der Werdezeit der mathematischen Statistik.

Fr. Hammer, Weil der Stadt : Bericht über die Kepler-Ausgabe.

S. Heller, Schleswig : Bemerkungen zu einem Diophantischen Problem.

J. E. Hofmann : Über einige unbestimmte Probleme aus Diophant und ihre Zusammenhänge.

L. Koschmieder, Tübingen : Über einen Beweis des Reziprozitätsgesetzes der Quadratreste nach G. Eisenstein.

J. Lohne, Flekkefjord : Entwicklungsgeschichte des Brechungsgesetzes von Ptolemaios bis Huygens.

J. Mayerhöfer, Wien : Briefe von Leibniz und Zeitgenossen an den Wiener Mathematiker Joseph Schöttel.

W. S. Peters, Bonn : Das Parallelenproblem bei A. G. Kästner.

O. Volk, Würzburg : Über den wiederaufgefundenen Nachlass des Astronomen Gg. Chr. Eimmart (1638-1705).

GRANDE-BRETAGNE

INTERNATIONAL SYMPOSIUM AT OXFORD

A very successful International Symposium on the History of Science, organized and directed by Dr. A. C. Crombie on behalf of the Oxford University Committee for the History and Philosophy of Science, was held at Oxford from 9 to 15 July 1961.

Generous support from benefactors made it possible to invite scholars representing most of the main aspects of the subject and to provide suitable entertainment, and accommodation as guests in Worcester College, for the international body that assembled. The total number of members of the symposium was 145, comprising representatives from the following countries : Great Britain, 89; United States of America, 25; France, 8; Germany, 7; Russia, 4; Italy, Australia, Israel, and Switzerland, 2 each; Czechoslovakia, the Netherlands, Poland, and Spain, 1 each. The meetings were held at Rhodes House. The subject of the symposium, as indicated by the title, « The Structure of Scientific Change », was a comparative historical investigation of the intellectual, technical, and social conditions favouring or discouraging original scientific discovery and technical invention. Twenty-seven papers were prepared by invitation and circulated in advance on a selection of case-studies within this general theme. Their subjects fell into two main groups : (1) internal factors : the interaction of fundamental ideas and techniques in scientific thinking; (2) external factors : the role of the social context, opportunities, and general ideas. The papers were arranged under the following headings, meetings being opened by a formal commentary followed by general discussion :

1) *The establishment of scientific thinking in antiquity*

B. L. van der Waerden (Zürich) : « Basic ideas and methods in Babylonian and Greek astronomy ».

S. Sambursky (Jerusalem) : « Conceptual developments and modes of explanation in later Greek scientific thought ».

L. Edelstein (Rockefeller Institute) : « Motives and opportunities for science in the ancient world ».

Commentators : W. D. Stahlman (Wisconsin), G. E. L. Owen (Oxford), G. E. M. de Ste-Croix (Oxford), J. P. Vernant (Paris).

2) *Chinese science*

Joseph Needham (Cambridge) : « Poverties and triumphs of the Chinese scientific tradition ».

Commentators : P. Huard (Rennes), Willy Hartner (Frankfurt), Wong Chu-Maing (Rennes).

3) *Science and technology in the middle ages*

S. Pines (Jerusalem), Willy Hartner and M. Schramm (Frankfurt) : « Originality in Arabic science : (i) what was original in Arabic science? (S. P.); (ii) Albiruni's discussion of the motion of the solar apogees (W. H. and M. S.) ».

John Murdoch (Princeton) : « The medieval language of proportions : elements of the interaction with Greek foundations and the development of new mathematical techniques ».

Guy Beaujouan (Paris) : « La Science dans les universités médiévales : stimulations, chances et limites ».

Lynn White, Jr. (Los Angeles) : « What accelerated technological progress in the western middle ages? »

Commentators : A. Yushkevich (Moscow), L. Minio-Paluello (Oxford), R. W. Southern (Oxford), B. Gille (Clermont).

4) *Problems in the sociology of science*

Thomas S. Kuhn (Berkeley) : « The function of dogma in scientific research ».

Commentators : A. R. Hall (Indiana), Michael Polanyi (Oxford).

5) *The making of modern science :*

a) *Factors in physical discovery*

G. Buchdahl (Cambridge) : « Descartes' anticipation of a " logic of discovery " ».

M. Daumas (Paris) : « La Précision des mesures et la recherche physique et chimique au XVIII^e siècle ».

Charles C. Gillispie (Princeton) : « Intellectual background of analysis by probabilities in the early nineteenth century ».

D. H. Wilkinson (Oxford) : « Physical concepts that cannot be assimilated to instrumentation ».

Commentators : N. R. Hanson (Indiana), I. Bernard Cohen (Harvard), Mary Hesse (Cambridge), D. Bohm (Bristol).

b) *Factors in biological discovery*

G. Canguilhem (Paris) : « Le Rôle des analogies et des modèles dans la découverte en biologie ».

Bentley Glass (Johns Hopkins) : « The establishment of modern genetical theory as an example of the interaction of different models, techniques, and inferences ».

Vasco Ronchi (Florence) : « Complexities, advances, and misconceptions in the development of the science of vision : what is being discovered? ».

B. A. Farell and R. C. Oldfield (Oxford) : « Scientific approaches to psychology : (i) clinical and objective psychology : a problem of scientific method (B. A. F.); (ii) changing views of behaviour mechanisms (R. C. O.) ».

Commentators : K. E. Rothschuh (Münster), J. S. Wilkie (London), G. J. Warnock (Oxford), C. A. Mace (London).

c) *Organization of science and technology*

Donald Cardwell (Leeds) : « The development of scientific research in modern universities : a comparative study of motives and opportunities ».

C. F. Carter (Manchester) : « Economic incentives for and consequences of technical invention ».

A. T. Grigoryan and B. G. Kuznetsov (Moscow) : « The organization of science in Russia in relation to the development of scientific thought in the eighteenth and nineteenth centuries ».

N. A. Figurovsky (Moscow) : « The interaction between scientific research and technological invention in the history of Russia ».

Commentators : Sir Eric Ashby (Cambridge), Richard H. Shryock (Philadelphia), H. J. Habakkuk (Oxford), A. R. Ubbelohde (London).

6) *History of science as an academic discipline*

Introductory Note by A. C. Crombie (Oxford) and M. A. Hoskin (Cambridge).

Discussion opened by Asa Briggs (Leeds), I. Bernard Cohen (Harvard), W. P. D. Wightman (Aberdeen).

7) *Problems in the historiography of science*

Henry Guerlac (Cornell) : « Historical assumptions in writing the history of science ».

Giorgio de Santillana (M. I. T.) : « Some neglected sources in the history of science ».

V. P. Zubov (Moscow) : « The historiography of science in Russia ».

Commentators : A. Koyré (Paris), J. A. Passmore (Canberra), Peter Laslett (Cambridge).

At this meeting a discussion of the question of the preservation of scientific manuscripts was introduced by R. N. Quirk, Royal Commission on Historical Manuscripts, and action was agreed upon to follow up this question.

The proceedings of the symposium, including the discussion, are being edited by Dr. Crombie and will be published in Great Britain by Heinemann Educational Books Ltd., and in the United States of America by Basic Books Inc., New York.

During the symposium there was a special exhibition of early microscopes in the Museum of the History of Science prepared by Dr. John R. Baker, F.R.S., a special exhibition of early scientific manuscripts and books prepared by Dr. Richard Hunt in the New Bodleian Library, and an exhibition of books on the history of science at Blackwell's; and arrangements were made for small parties of members to be shown round the libraries of Merton, Queen's, and Corpus Christi Colleges, and Christ Church.

There was an evening party for members of the symposium at Worcester College on Sunday, 9 July; a visit to Blenheim Palace in the afternoon of Wednesday, 12 July, followed by dinner and a chamber concert at Worcester College; and an evening reception at All Souls College on 14 July, at which the Principal of Lady Margaret Hall as Pro-

Vice-Chancellor, and the senior Fellow in residence representing the Warden, received members of the symposium and other guests.

The committee wishes to record its thanks to the benefactors who contributed so generously to the cost of the symposium in organization, travel, accommodation, entertainment, and publication, namely the Bollingen Foundation, Pfizer Ltd., May and Baker Ltd., the British Council, the International Union of the History and Philosophy of Science, the National Science Foundation of the United States of America, the American Council of Learned Societies, and All Souls College, Oxford. The symposium was held under the auspices of the International Union of the History and Philosophy of Science.

FRANCE

Commémorations

— Le mardi 5 décembre 1961, dans le Grand Amphithéâtre de la Sorbonne, a eu lieu la commémoration solennelle du *Centenaire de la mort de Vicat* (1786-1861), Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées, créateur de l'industrie des liants hydrauliques. Deux exposés ont donné à cette cérémonie un intérêt tout particulier pour l'histoire de la Science. MM. les professeurs Duriez et Henri Lafuma en analysant successivement l'œuvre scientifique de Vicat et l'évolution de la science du ciment, ont montré comment le jeune ingénieur d'une des plus brillantes promotions de l'Ecole Polytechnique a su grâce à la méthode d'observation et de recherche caractériser les éléments chimiques essentiels du phénomène de la prise, dégager la technique des poudres pouzzolanes de l'emprise lointaine de la cosmologie antique et ouvrir ainsi la voie à une véritable industrie. Mais ils ont permis aussi à leurs très nombreux auditeurs, techniciens pour la plupart, de comprendre que si la science du ciment s'oriente davantage aujourd'hui vers l'étude des processus physiques (cristallisation du silicate tricalcique), c'est que le problème de la nature du mécanisme de la prise reste obscur et que la philosophie garde une importance majeure pour l'analyse qui sert de guide à la recherche du savant. Si l'on doit retenir à la mémoire de J.-B. Fourier le fait d'avoir compris la valeur du jeune Vicat et usé de son pouvoir de préfet de l'Empire en faveur de ses études, on doit aussi remercier le Conseil général des Ponts et Chaussées qui a organisé avec le plus grand éclat et en présence de plusieurs ministres, cette belle cérémonie en l'honneur d'un savant modeste, d'un travailleur acharné et d'un homme de cœur.

— *Le centenaire des inventions de Beau de Rochas et Lenoir* a donné lieu au Conservatoire National des Arts et Métiers à une exposition sur le *Siècle de l'Automobile*. Inaugurée le 20 novembre 1961 par M. Janneney, Ministre de l'Industrie, cette exposition se poursuit jusqu'au 30 janvier 1962. Il y a un siècle, Etienne Lenoir construisait le premier moteur à combustion interne et Alphonse Beau de Rochas

définissait dans un brevet célèbre le moteur à quatre temps à compression préalable. Il était donc indiqué de les commémorer dans une même manifestation et de mettre en évidence combien les inventions sont en général l'œuvre de plusieurs pionniers. Mais à l'heure où s'ouvre une ère énergétique nouvelle, il importait surtout de faire prendre conscience au public le plus étendu de la place tenue par une technique, celle du moteur à combustion interne, dans le développement de l'industrie, de l'économie, et en définitive, de la vie en général. Les organisateurs de cette exposition méritent d'être particulièrement félicités pour la manière dont ils ont conçu la structure éminemment éducative de cette fresque d'histoire — une histoire si proche de nous que nous avons besoin du choc visuel pour la saisir, et réaliser quel tournant de la civilisation elle représente réellement.

Grâce à l'appui de nombreuses organisations ou sociétés comme à l'ouverture de collections privées, des documents, pièces et véhicules rares ont pu être présentés et ont donné à l'exposition un caractère exceptionnel. Le beau catalogue édité par la Société des Ingénieurs de l'Automobile, qui analyse les six sections et accompagne les références des pièces exposées de notes et commentaires, constitue une heureuse contribution documentaire à l'histoire de la technique.

Signe des temps : un dispositif de radioguidage en quatre langues, avec utilisation des ondes courtes et écouteur personnel, permettait au visiteur de parcourir l'exposition en entendant des explications précises et détaillées.

Conférences

— Le D^r Mirko Drazen Grmek, directeur de l'Institut d'Histoire des Sciences de Zagreb, a exposé le jeudi 15 juin 1961, devant un nombreux auditoire, dans le grand salon de l'Hôtel de Nevers, *l'histoire des recherches sur les relations entre le génie et la maladie*. Il a apporté aux historiens et philosophes français qui l'écoutaient, une documentation particulièrement riche, rarement aussi bien organisée et maîtrisée, suggestive de la complexité d'un problème d'importance considérable.

— M. Yvon Belaval, professeur à la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Lille, a donné le 25 novembre 1961 à la Société française de Philosophie une très belle conférence sur l'Histoire de la Philosophie et son Enseignement.

Outre les perspectives de la chronologie, l'histoire de la philosophie nous propose un *passé inactuel* où il s'agit de retrouver ce qui a été pensé tel qu'il a pu être pensé, et un *passé actuel* où, sans prêter attention aux dates, on ne retient d'un texte qu'une pensée qui nous est proche.

Le développement de l'histoire de la philosophie ferait mieux apparaître encore l'originalité du temps de la philosophie. Mais l'on peut du moins remarquer que si les grands auteurs occupent le passé actuel, les auteurs moindres datent vite et se situent dans le passé inactuel. La pratique exclusive des uns, par monographies successives, tend à nous

faire perdre de vue l'élément purement historique, et celle des seconds l'élément philosophique.

De l'étude du passé de la philosophie, on serait donc en droit d'attendre ce double bénéfice : une culture générale et une éducation historique. Cette attente est-elle comblée? C'est là une question qui doit être présente à l'esprit de tous les historiens des Sciences actuels.

— *Palais de la Découverte.*

La série des conférences d'Histoire des Sciences du Palais de la Découverte s'établit comme suit, le samedi à 15 heures, pour l'année 1961-1962.

- 4 novembre. — Pr John MURDOCH, professeur de philosophie, Princeton (U. S. A.) : *Rationes Mathematicae : Un aspect du rapport des mathématiques et de la philosophie au Moyen Age.*
- 2 décembre. — M. J. DIEUDONNÉ, professeur à l'Institut Henri-Poincaré : *L'œuvre mathématique de Gauss.*
- 6 janvier. — M. L. BOURGEY : *Méthode et signification de la médecine hippocratique.*
- 3 février. — M. Harry WOOLF, professeur à Johns Hopkins University (U. S. A.) : *Les astronomes français, le passage de Vénus et la diffusion de la science au XVIII^e siècle.*
- 3 mars. — M. Jean ORCEL, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, Directeur du Laboratoire de Minéralogie : *Le développement des sciences minéralogiques (cristallographie, minéralogie, pétrographie) au XIX^e siècle.*
- 7 avril. — M. M. D. GRMEK, directeur de l'Institut d'Histoire des Sciences de Zagreb : *L'introduction de l'expérience quantitative dans les sciences biologiques.*
- 5 mai. — Pr Alexandre KOVRÉ, directeur d'études à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes : *Newton et Descartes.*
- 16 juin. — Pr Dr Johannes STEUDEL, directeur du Medizinhistorisches Institut, Bonn : *Le physiologiste Johannes Muller.*

ITALIE

Symposium de Turin

Era quanto mai opportuno che nel quadro delle commemorazioni del centenario dello stato italiano non mancasse la rievocazione del contributo che gli scienziati italiani del periodo hanno portato al progresso delle scienze. Per questo, il Gruppo Italiano di Storia delle Scienze ha organizzato un Symposium che ha avuto luogo in Torino dal 28 al 30 Luglio u. s.

La manifestazione è stata tenuta sotto gli auspici del Comitato Nazionale per le celebrazioni del I° Centenario dell'Unità d'Italia e col concorso della Union Internationale d'Histoire et de Philosophie des Sciences.

La seduta di apertura ha avuto luogo a Palazzo Madama dove il Vice Sindaco del comune di Torino ed il Prof. Vasco Ronchi, presidente del Gruppo Italiano di Storia delle Scienze, hanno tenuto due applauditi discorsi nei quali, dando il benvenuto ai simposisti, hanno espressa la loro soddisfazione per l'accoglienza fatta dagli studiosi alla manifestazione ed anche per il contributo dei lavori giunto numerosissimo.

Il Symposium aveva lo scopo precipuo di presentare relazioni d'insieme in ogni campo della Storia delle Scienze e se non è stato possibile ricordare tutte le discipline, pur tuttavia la materia interessante la matematica e la fisica è stata trattata ampiamente e con solida competenza dai relatori Proff. Viola e Somenzi rispettivamente dell'Università di Torino e di Roma, la medicina e la biologia da relatori Proff. Busacchi, Belloni e Zanobio dell'Università di Bologna il primo, e dell'Università di Milano i secondi, mentre le scienze abiologiche sono state materia di un'ampia e colta relazione del Prof. Massimo Fenoglio che ha pur trattato l'argomento con sentita vivacità di patriota. Hanno opportunamente aggiunto il loro contributo le comunicazioni di vari eminenti nostri storici della scienza fra i quali notiamo pure studiosi francesi, statunitensi e tedeschi.

Purtroppo, la data del Symposium, che per ragioni di organizzazione non ha potuto essere mutata, ci ha tolto il piacere di udire varie delle comunicazioni programmate per l'assenza dei relatori. Tuttavia i lavori verranno stampati negli Atti del Symposium che vedranno probabilmente la luce entro il 1962.

La manifestazione si è chiusa il mattino del 30 Luglio con un discorso del Prof. Ronchi il quale ha tra l'altro detto di aver potuto constatare con vivo piacere quanto utile sia stata la riunione degli storici della scienza su un tema di tanta attualità perchè cia è valso a far conoscere quel fermento di vita scientifica che, ad onta delle condizioni di disagio economico e morale di un periodo tanto tormentato, fu veramente di alto e considerevole valore.

Giornate Commemorative di Giovanni da Verrazzano

Nei giorni 21 e 22 Ottobre u. s. sono state tenute, presso il Museo di Storia della Scienza di Firenze ed a Greve in Chianti due giornate commemorative del navigatore e cosmografo Giovanni da Verrazzano.

La manifestazione si è aperta il giorno 21 presso il Museo di Storia della Scienza dove, dopo i saluti di rito, hanno parlato il Prof. R. Almagià dell'Università di Roma ed il Prof. M. Destombes dell'Unesco sui rispettivi temi : « L'importanza geografica delle navigazioni di Giovanni da Verrazzano » e « La Cartographie Florentine de la Renaissance et Verrazzano ».

Alla sera di sono susseguite altre due conferenze tenute dal Prof.

G. Devoto dell'Università di Firenze e Dr. A. Skelton della Room of maps del British Museum di Londra.

La mattina del giorno 22 i convenuti si sono recati a Greve in Chianti dove, dopo varie manifestazioni, hanno ascoltata la parola del Prof. F. Melis che ha tenuta una interessantissima conferenza su « Giovanni da Verrazzano e la navigazione dei fiorentini ». Il noto studioso è riuscito a dare un quavise mai esauriente panorama della vita economica e marinara del periodo che precedette il Verrazzano per inquadrare poi quest'ultimo in quell'ambiente ove la sua attività di navigatore prese le mosse verso nuove scoperte.

Il Prof. Melis è stato applauditissimo e le « giornate » hanno così avuto termine.

4^e Centenaire de la naissance de Santorio Santorio (1561-1636)

A l'occasion de ce quatrième Centenaire, l'Institut d'Histoire de la Médecine de l'Université de Padoue a organisé une exposition d'instruments sanitaires du 18 au 24 décembre 1961.

YUGOSLAVIE

II^e Symposium international R. Boscovic

Sur l'initiative du Conseil des Académies de la République Fédérale Populaire de Yougoslavie et à l'occasion du 250^e anniversaire de la naissance de R. Boscovic, a eu lieu à Dubrovnik, du 6 au 11 octobre 1961, un deuxième symposium international consacré à l'œuvre du grand savant yougoslave et aux thèmes de réflexion que cette œuvre apporte encore à la science moderne. Une première réunion de ce genre avait déjà tenu ses assises dans la ville natale de Boscovic, en octobre 1958, et beaucoup de ceux qui y avaient déjà participé avaient promis de se retrouver en 1961. En fait bien peu ont pu tenir leur promesse et le deuxième symposium Boscovic a réuni de nombreuses personnalités nouvelles. Le nombre des participants était aussi plus élevé et dix pays se trouvaient effectivement représentés : Autriche, Bulgarie, Grande-Bretagne, Grèce, France, Hongrie, Italie, Pologne, Suède, U. S. A. La réception chaleureuse et cordiale dont les délégués étrangers ont été l'objet, les attentions délicates qui leur ont été prodiguées, les conditions de séjour qui leur étaient offertes, tout a concouru pour créer l'atmosphère favorable à de fructueux échanges avec leurs collègues yougoslaves. La vieille cité de Dubrovnik, si belle et si évocatrice, où la mer et les pierres dorées par le soleil s'unissent pour charmer le visiteur, a eu sa part dans cette atmosphère; c'est un lieu rêvé pour méditer ensemble. Osera-t-on avouer cependant que malgré l'époque le ciel fut maussade durant les premiers jours? et qu'au retour de la très belle et très intéressante excursion à Kotor et à Cétinié, le dimanche 8, serrés les uns contre les autres sur le pont de l'Arche qui leur permettait de traverser les bouches célèbres, les promeneurs con-

nurent les affres du déluge. Mais le ciel fut si radieux et si doux les jours suivants que le déluge même est un excellent souvenir pour ceux qui ignoraient la réalité du climat méditerranéen.

C'est d'une autre réalité pourtant qu'avaient à se préoccuper les participants de cette réunion scientifique. Ils n'y ont pas manqué au cours de cinq journées de travail bien remplies. Et les textes des communications qui ont été recueillis aussitôt la fin du symposium, pour une publication rapide, feront foi de ce travail en profondeur. L'écueil possible était à priori, comme on l'avait bien senti il y a trois ans, de faire dire à Boscovic beaucoup plus qu'il n'a dit, et l'on s'instruit peu, ou moins bien, en projetant trop sur le passé la pensée d'aujourd'hui. Cet écueil a été évité. C'est en étudiant de plus près quelques-uns des aspects de la personnalité et de l'œuvre de Boscovic, considéré en son temps, que l'on a mesuré davantage en quoi il est un précurseur et combien cet esprit universel a vraiment connu des intuitions géniales. Mais le succès le plus certain de ce symposium a sans aucun doute consisté dans le dialogue que Boscovic, par delà les siècles, a suscité entre d'éminents physiciens et des philosophes avertis. Réalisme et idéalisme, continu et dualité dans la matière, ce sont là des thèmes fondamentaux pour la science d'aujourd'hui comme pour la science du passé et qu'il serait vain de prétendre épuiser. Les participants du II^e Symposium Boscovic ont eu le sentiment de les mieux comprendre et d'avoir retiré de cette rencontre un bénéfice réel à cet égard. Ce n'est pas un mince mérite pour les organisateurs, dont le Comité était présidé par M. le professeur D. Nedeljkovic, de l'Académie de Belgrade.

Qu'il nous soit permis en terminant de souligner deux initiatives. Grâce à M. le professeur Z. Markovic, qui connaît si bien et si profondément l'œuvre de Boscovic, l'Institut d'Histoire des Sciences de Zagreb a pu doter son annexe de la charmante petite île de Lokrum, face à Dubrovnik, d'une photocopie de tous les ouvrages (livres, articles, etc.) de Boscovic. Pour la première fois, cet outil indispensable est mis à la disposition des chercheurs, à défaut d'une publication des œuvres complètes, très difficile à réaliser.

Par ailleurs les membres du Symposium ont eu la primeur d'un film destiné au grand public, en deux versions (yougoslave et française). Œuvre de M. Stipanic, ce film, qui évoque la vie et l'œuvre de Boskovic, est un modèle de goût et allie de manière remarquable les exigences de la vérité et de la science avec les nécessités du septième art.

Ainsi le II^e Symposium Boscovic marquera dans les Annales de l'Histoire des Sciences : une histoire qui est utile aux savants, mais qui a aussi un message pour tous les hommes.

Pierre COSTABEL.

CORRESPONDANCE

U. S. A.

Un supplément et une table des sujets pour *A bibliography of the works of Antoine Laurent Lavoisier* par Duveen & Klickstein, London, 1954, sont en train d'être préparés. On prie les savants de bien vouloir communiquer des notes concernant des erreurs ou des omissions qu'ils pourraient avoir découvert dans l'ouvrage original, à Denis I. Duveen, 575 Park Avenue, New York 21, N. Y., U. S. A.

ARGENTINE

Colecciones del « Archeion » publicado en la Argentina

El profesor J. Babini de la Facultad de ingeniería química de Santa Fe (Argentina) nos informa que su cátedra de historia de la ciencia y de la técnica dispone de colecciones completas de los tomos XXII (1940), XXIII (1941), XXIV (1942), XXV (1943) de la revista *Archeion*, que aparecieron en Santa Fe (Argentina) bajo la dirección de Aldo Mieli.

Las personas o instituciones que deseen adquirir la colección completa de los cuatro tomos deben dirigirse a

Facultad de Ingeniería Química
Cátedra de historia de la ciencia y de la técnica
Santiago del Estero 2829
Santa Fe (Argentina)

remitiendo un giro de Cinco Dolares pagaderos en Santa Fe (Argentina) o del equivalente en moneda argentina.

FRANCE

L'Académie des Sciences envisage de publier les procès-verbaux manuscrits des séances de l'Académie Royale des Sciences de 1666 à 1699.

Sa collection présente une lacune, bien connue des historiens des Sciences et que l'on peut préciser comme suit. Il s'agit probablement de deux volumes, l'un pour les « mathématiques » d'août 1669 à décembre 1674, l'autre pour la « physique » de décembre 1669 à décembre 1674.

Toute indication susceptible de permettre de retrouver ces deux volumes manquants sera reçue avec gratitude par le Secrétaire-Archiviste de l'Académie, M. Gauja, 23, quai Conti, Paris (6°).

Bibliographie critique

GÉNÉRALITÉS

SANTILLANA (Giorgio de). — *The Origins of scientific thought. From Anaximander to Proclus. 600 B. C. to 300 A. D.* — Chicago, The University of Chicago Press, 1961. 320 p., 15 fig.

Le livre, divisé en vingt chapitres, commence par un Prologue (« Of High and Far-Off Times »). L'auteur y trace l'arrière-plan historique de la science grecque, en donnant une pénétrante analyse de cette énorme période qu'on a l'habitude de caractériser comme préscientifique et « primitive ». Le rapport des mythes astraux avec les observations des mouvements célestes forme l'un des sujets principaux de cette introduction. Viennent ensuite les notions capitales de la science grecque, ou plutôt de toute science : matière, *physis*, nécessité et hasard, loi de la nature, *logos*, mesure et nombre, genèse et devenir, structure et rigueur logique, *episteme*, *doxa*, etc. Mais ce n'est rien moins qu'une *Begriffsgeschichte* abstraite. L'auteur en effet remonte aux racines étymologiques des termes et à leur signification originaire, poursuit les rapports entre la pensée préscientifique et scientifique, en n'hésitant pas en même temps à montrer la valeur universelle des conceptions fondamentales, qui dépassent les bornes d'une époque historique. Des confrontations, parfois inattendues, avec l'époque de la révolution scientifique du XVII^e siècle et la science de nos jours permettent d'entrevoir la signification philosophique des notions analysées. Les noms de Galilée, de Descartes et de Newton, de Bohr, de Schrödinger et d'Einstein permettent à l'auteur, sans moderniser les conceptions de la science antique, de relever dans les rapprochements mêmes la distance des temps, de distinguer le germe et la fleur.

Les titres des chapitres sont formulés d'une façon générale et abstraite : « On the Nature of Things », « The Logos in the Lightning », « The Power of Number », « Love, Strife and Necessity », etc. Mais on devine facilement par ces titres les figures des grands penseurs grecs dont il s'agit. Le livre n'est pas illustré de portraits ou de ce qu'on appelle portraits de ces penseurs, toujours douteux et incertains. Ce sont de vrais portraits littéraires que trace l'auteur, soit en donnant des biographies concises (de vrais *bioi*), soit en groupant très heureusement des textes, de sorte que même les textes bien connus apparaissent dans une lumière nouvelle. Cet aspect humain ne se réduit guère à la psychologie d'un penseur individuel; on entrevoit toujours le milieu social dans toutes ses nuances variées. Les noms de Sappho, d'Hésiode, des tragiques grecs, de Thucydide deviennent indispensables dans ce tableau général de l'histoire de la science.

Chaque chapitre finit par des traductions de fragments, liés d'une façon organique avec le texte qui les précède. Ce sont, peut-on dire, des illustrations qui résument l'analyse, et en même temps cette dernière est comme une introduction aux paroles authentiques de l'auteur grec, qui apparaissent ici dans tout leur éclat.

Les sept derniers chapitres diffèrent dans une certaine mesure des précédents. Ils ne sont plus consacrés aux grands penseurs (Aristote est le dernier, dont on trouve un portrait détaillé (1)). Ces chapitres esquissent plutôt les aspects des différentes sciences et contiennent, comme les autres, la traduction de textes authentiques. Si on peut parler ici de portraits, ce sont des portraits de groupes, collectifs pour ainsi dire. C'est ainsi qu'on trouve des chapitres consacrés aux mathématiques (Eudoxe, Archimède), à l'astronomie (Eudoxe, Aristarque, Ptolémée, Geminus), à la géographie (Ptolémée) et aux techniques (Héron, suivi de la description d'un mécanisme, récemment trouvé dans un vaisseau ancien près de l'île Anticythère et reconstruit par le Dr. D. Price). Partout ce sont des spécimens qui donnent une idée très claire des traits spécifiques de la science de l'époque. Notons dans ce même contexte le chapitre, consacré à Plutarque (« On the Face in the Round of the Moon »). Il s'agit d'un représentant typique de son temps, d'un auteur qui n'était pas en fin de compte un homme de science, ni un penseur de premier ordre, mais dont l'écrit, mentionné dans le titre du chapitre, a été lu attentivement par Copernic et Newton. Le livre s'achève sur un tableau sommaire des trois grands courants de la pensée hellénistique et gréco-romaine (épéurisme, stoïcisme, néoplatonisme).

L'exposé brillant de M. de Santillana fait regretter que les sujets n'aient pas été traités tous de façon égale. L'époque hellénistique et gréco-romaine, la période où les sciences proprement dites ont commencé à se différencier, est traitée d'une façon plus succincte que la période archaïque et classique. Après Aristote on voudrait voir des portraits plus détaillés d'Archimède, de Ptolémée. On ne trouve pas de chapitre consacré à Euclide. De pair avec la géographie, on voudrait voir un chapitre sur la botanique (Théophraste), sur la médecine (peut-être aussi sur Galien — le *Corpus hippocraticum* a été le sujet d'un chapitre, intitulé « Doctor vs. Medicine Man »). Et pourquoi ne trouve-t-on pas un chapitre spécial, consacré à l'optique géométrique, ce chaînon qui lie les mathématiques et la physique (cf. *Aristote*, *Secondes Analytiques*, I, 13, 79 a). Enfin, on voudrait trouver plus de détails sur des notions cardinales telles qu'hypothèse et démonstration, observation et expérimentation. Nous disons tout cela non pour adresser des reproches, mais pour montrer que ce livre, vraiment suggestif, inspire le désir de voir tous ces problèmes résolus par l'auteur avec la profondeur qui lui est propre.

(1) C'est bien dommage que l'*Aristote perdu*, si attentivement étudié de nos jours, ne soit pas assez suffisamment pris en considération. De même, il faudrait distinguer d'une façon plus marquée Aristote comme tel et Aristote au cours des siècles, devenu « il maestro di color che sanno ».

Il reste un peu étrange que le sous-titre « From Anaximander to Proclus » soit suivi des dates : 600 B. C. to 300 A. D. ».

V. ZOUBOV,
Institut d'Histoire des Sciences
et de la Technique, Moscou (U. R. S. S.).

GILLISPIE (Charles Coulston). — *The Edge of Objectivity. An Essay in the History of Scientific Ideas.* — Princeton, Princeton University Press, 1960. 14 × 21, VIII-562 p. P. : \$ 7.50.

C'est un livre très subjectif, presque un peu trop, surtout si l'on considère que « l'objectivité » fait partie de son titre et en est, en effet, le sujet. Cette subjectivité n'est pas nécessairement un défaut; on peut même lui donner une étiquette plus flatteuse : l'originalité. L'auteur a rassemblé de nombreuses données historiques et il les explique d'une façon assez personnelle mais très instructive.

Dans ce livre, C. G. Gillispie, qui est professeur d'Histoire des Sciences à l'Université de Princeton, essaie d'analyser le progrès des Sciences depuis la Renaissance jusqu'à nos jours en se servant de quelques épisodes considérés comme cruciaux.

Excepté l'épilogue, l'ouvrage contient dix chapitres; tel est pour l'auteur le nombre des principaux problèmes dans le développement de la science moderne. M. Gillispie présente dans ces dix chapitres l'œuvre de Galilée, Copernic, Képler, Vésale, Harvey, Descartes, Boyle, Newton, Locke, Lavoisier, Cuvier, Lamarck, Darwin, Mendel, Carnot, Helmholtz, Faraday, Fresnel, Maxwell, Hertz, Einstein, etc. On pourrait s'étonner de quelques oublis et on pourrait critiquer certaines inexactitudes (voir, par exemple, le compte rendu paru dans *Isis*, 51 : 344-347, 1960), mais il faut souligner que ces détails sont négligeables et ne portent pas atteinte aux grandes lignes du développement historique. Qu'une seule remarque d'ordre général nous soit permise : la présentation de la partie mathématico-physique est nettement meilleure que celle ayant trait aux sciences biologiques.

M. D. GRMEK.

LOVEJOY (Arthur O.). — *The Reason, the Understanding and Time.* — Baltimore, The Johns Hopkins Press, 1961. 15 × 20, XIV-210 p. P. : \$ 3.50.

Philosophe américain et professeur à l'Université Johns Hopkins, Arthur O. Lovejoy est tout d'abord l'auteur éminent de l'article *Les Treize pragmatismes* (« Journal of Philosophy », 1908, vol. V, n° 1 et 2), qui par sa profondeur et son humour a fait tant de bruit à l'époque et qui dans l'évolution de la critique philosophique du pragmatisme est resté

aujourd'hui sans doute classique. Il est aussi un des philosophes américains qui ont publié ensemble les retentissants *Essays in Critical Realism* (New York, 1920) et qui ont fondé la doctrine et le mouvement du réalisme critique américain. Il est depuis 1940 le fondateur et le premier rédacteur du *Journal of the History of Ideas* qui se donna pour tâche de déterminer comment les idées humaines naissent et se fécondent. Il a publié aussi toute une suite d'ouvrages comme *The Revolt Against Dualism*, 1930, *Primitivism and Related Ideas in Antiquity*, 1935, *The Great Chain of Being*, 1936, *Essays in the History of the Ideas*, 1948, serrant toujours de plus en plus près la définition de son propre point de vue du réalisme temporalistique critique qu'il avait résumé par son exposé *A Temporalistic Realism* dans *Contemporary American Philosophy*, t. II, 1930. Enfin, dans l'ouvrage *The Reason, the Understanding and Time*, 1961, ouvrage qu'il vient de publier à l'âge déjà très avancé de 88 ans, il a gardé à la fois toute l'acuité et toute la largeur d'esprit et tout l'humour, qui lui sont propres, pour montrer du point de vue de son temporalisme réaliste la contradiction et l'impossibilité du durationnisme ou temporalisme intuitionniste métaphysique tel qu'il s'est développé dans le courant de la philosophie romantique depuis Jacobi et Schelling jusqu'à Bergson.

Historien des idées, Lovejoy est un critique spirituel et sans merci de tous les idéalismes et même de tous les réalismes, y compris surtout le néoréalisme américain, auquel il a le mérite d'avoir expliqué déjà dans son travail *Error and the New Realism* en 1913 qu'il était incapable, tout comme le réalisme naïf, d'expliquer la possibilité même de l'erreur. Au contraire, croit-il, ce sont les relations spatio-temporelles, transcendant en toute évidence l'opposition du sujet-objet, qui peuvent seules servir de base et de critère pour distinguer, d'une façon à la fois vraiment réaliste et efficace, l'exact de l'inexact, le vrai du faux. A ce critère, Lovejoy n'ajoute que le principe logique de non-contradiction, et sa méthode philosophique du réalisme temporaliste critique est fondée. Et à la lumière de cette méthode sciemment maintenue au niveau des déterminations spatio-temporelles et du sens commun, sont passées presque toutes les erreurs idéalistes de notre époque, depuis celles de Roys et de James jusqu'à, avec ce dernier livre *Raison, Entendement et Temps* (1961), l'erreur romantique de l'intuitionnisme de la durée pure et absolue des Jacobi, Schelling, Fichte, Schopenhauer, Novalis, Coleridge, Carlyle, Emerson, Bergson, Le Roy, etc.

Sans s'attarder cette fois-ci à des subtilités sémantiques superflues, Lovejoy va ici directement à la constatation historique du mérite de la pensée européenne et principalement allemande et surtout de celle de Jacobi de la distinction toute romantique et toute « aristocratique », faite soi-disant d'après Kant entre 1795 et 1830, entre la connaissance « supérieure » de « la Raison » qui va par son « intuition » « immédiatement » « à la chose même » (*zur Sache selbst*) et la connaissance « inférieure » de « l'Entendement » ou de « la logique ordinaire », qui part des perceptions pour arriver aux principes et concepts. Cependant Lovejoy remarque, avec son humour habituel, que Kant avait réfuté

d'avance ses disciples de cette sorte, considérant de pareilles « visions d'enthousiastes » (*schwärmerische Visionen*) comme la « mort de la philosophie » qui ne peut être formulée qu'en prose sérieuse et qui, mêlée d'enthousiasme poétique, devient ridicule aussi bien qu'un livre de comptes qui serait écrit en vers, comme le philosophe qui se met à parler de l'intuition suprasensible ne peut devenir qu'un « marchand de mystère » (*Geheimniskrämer*). Pourtant, depuis Jacobi et Mendelsohn, Coleridge, Carlyle, Emerson, Novalis, Fichte, Schelling et Schopenhauer jusqu'à Bergson et les bergsoniens, toute une lignée de philosophes, appelés romantiques, qu'ils se réclament de Kant ou non, avec raison ou pas, s'accordent pour affirmer la connaissance intuitive immédiate de la réalité (« *Reason discerns Truth itself* », « *intellektuelle Anschauung* », etc.) et l'essence discursive de la connaissance de l'entendement (« *Understanding discerns only relations* », etc.).

Après avoir établi sur les textes l'identité de la position fondamentale de la philosophie romantique de l'intuition sur toute cette ligne du courant romantique, Lovejoy fait ressortir en même temps son côté social aristocratique en montrant que Jacobi avait renversé la hiérarchie qu'avait entrevue Kant entre la raison considérée comme une espèce de sénat et l'entendement comme un parlement, celui-ci reposant seul sur les perceptions et ayant par là la priorité relativement aux faits, alors que pour Jacobi, ainsi que pour tous les autres représentants de la philosophie intuitionniste, au contraire, c'est la raison pure ou l'intuition qui est la seule capable de saisir immédiatement le réel, tandis que l'entendement, au service de la pratique, en est foncièrement incapable et dans ce sens soumis à « la Raison » ou à la connaissance intuitive de l'esprit. Lovejoy y fait remarquer aussi le caractère foncièrement mystique de la philosophie de l'intuition exprimé en 1833 par Emerson d'une façon si caractéristique dans son *Journal* quand il dit : « Jésus-Christ était le ministre de la Raison pure. »

Et c'est en confrontant la notion mystique qui s'est formée depuis Jacobi jusqu'à Bergson de « l'immédiateté » (*das Unmittelbare, immediacy*) avec les déterminations spatio-temporelles réelles, que Lovejoy la découvre foncièrement contradictoire. Saisissable seulement à « la raison pure » ou à « l'intuition », « l'immédiateté » est dite ineffable par elle-même autant que l'est la couleur pour l'aveugle ou une théorie musicale pour le sourd, et, cependant, elle est déterminée depuis Jacobi, Schelling, Novalis et Schleiermacher jusqu'à Coleridge et Emerson comme « éternité » du moi transcendant et absolu et par Bergson comme « l'indivisible durée réelle ». Et cela est évidemment « contradictoire », comme le remarque Lovejoy, et même doublement contradictoire : d'un côté l'inexprimable est, quand même, bel et bien exprimé, et, de l'autre côté, l'éternité, le contraire de toute durée temporelle réelle qui est succession, doit être l'indivisible durée réelle même, l'essence métaphysique de la succession temporelle comme telle.

Lovejoy avait dans le temps communiqué cette objection à Bergson de son vivant et en avait reçu la réponse dont la publication en Appendice de ce livre apporte des précisions nouvelles à la conception bergso-

nienne du temps, qui apparemment confirment l'opinion de Lovejoy et se prêtent à sa critique. Bergson y dit de la durée pure, par exemple, qu'elle est « la succession qui n'enveloppe point d'avant et d'après extérieur l'un à l'autre », et pour Lovejoy cela revient à « affirmer et nier la même chose du même sujet ». Car le temps, de toute évidence est en réalité la succession dans laquelle se distinguent essentiellement les « avants » des « après » extérieurs les uns aux autres, et c'est une fois de plus les relations spatio-temporelles réelles qui servent à Lovejoy de pierre de touche pour dévoiler l'illogisme de la notion fondamentale de tout intuitionnisme et développer les vues de son réalisme temporaliste critique.

Et Lovejoy continue son analyse du caractère à la fois foncièrement contradictoire en soi et contraire aux faits de toute la métaphysique intuitionniste depuis Jacobi et Schelling jusqu'à Bergson. L'intuition de « la raison pure », par exemple, commence chez Schelling par découvrir « le moi éternel » et « nouménal », caractérisé par son « absolue identité », et finit par y voir d'une façon tout à fait acosmique l'« Etre pur », l'*ánima mundi* ou « Dieu » même. Chez Jacobi et Bergson l'intuition y ajoute la définition au moyen de « la qualité pure », « du temps-qualité », chez Coleridge par « la liberté créatrice », chez Schelling et Bergson par « l'évolution créatrice » et « l'élan vital », mais chez Schopenhauer, toutes ces définitions intuitionnistes dévoilent leur contradiction foncière en ce que « la Volonté » schopenhauerienne en tant que « Chose en soi » s'affirme à la fois comme « tout et rien », puisque Schopenhauer dans son célèbre dialogue *Sur la doctrine de la vie et de la mort* (*Pararga und Paralipomena*, II), à la question : « Qu'est-ce que je suis après la mort ? » répond : « Tout et rien ». Très spirituellement, Lovejoy montre que « l'idée absolue » de Hegel, résultat final de la réduction dialectique idéaliste de tous les contraires et de toutes les contradictions, est une « immédiateté absolue » de la raison pure, comme une autre, qui est tout à fait comme une autre *tout et rien*.

C'est la grande ligne et la méthode de la critique à laquelle Lovejoy soumet dans son dernier livre *Raison, entendement et temps* toute la philosophie intuitionniste romantique depuis Jacobi et Schelling jusqu'à Bergson et Le Roy, montrant partout en général et dans des détails, auxquels nous ne pouvons pas nous attarder ici, le même fond d'idées et les mêmes contradictions idéalistes et solipsistes insurmontables. C'est pour cela que ce livre sera sans doute très utile à l'évolution de la pensée philosophique et scientifique actuelle et, comme tel, très largement lu et utilement traduit dans les pays où l'influence de l'intuitionnisme est toujours très puissante. Mais il sera aussi très discuté.

Nous lui reprocherons, par exemple, son exclusivisme, tout en sachant qu'il ne peut pas ne pas être exclusif, vu son point de départ et sa méthode. Lénine avait bien remarqué que le propre du matérialisme vulgaire et grossier est de rejeter en bloc tout idéalisme; mais ne pourrait-on pas dire également que le propre de tout idéalisme est d'être de la même façon exclusif vis-à-vis de toute autre doctrine aussi bien idéaliste que matérialiste? Le réalisme temporaliste critique de Lovejoy

et surtout son livre, *Raison, entendement et temps*, par leur exclusivité, ne trouvant absolument rien de positif dans la pensée intuitionniste, pourraient vraiment servir d'exemple très caractéristique de l'exclusivisme naturel de tout idéalisme en général. D'un autre point de vue et par une argumentation bien différente, nous avons développé une critique de l'intuitionnisme (publiée en serbocroate dans notre livre *Anti-Bergson*, 1939 et surtout dans notre étude *Intuitionnisme et dialectique*, « Glas de l'Académie serbe des sciences », 1954), qui peut bien approuver les résultats de la critique de Lovejoy, tout en les trouvant bien formelles, mais ne peut pas admettre son exclusivité.

Tout antidialectique, antimatérialiste, antiscientifique que soit l'idéalisme intuitionniste de Bergson, il n'a pas pour cela perdu, comme dirait Lénine, tout contact avec le sol de la réalité et n'a pas été sans apporter au progrès du savoir humain d'importantes contributions qui, en fait, seules pouvaient donner une force d'influence aussi large à son intuitionnisme. C'est, par exemple, dans le *Nouveau traité de psychologie* de Georges Dumas et de ses éminents collaborateurs qu'on peut voir que la science psychologique ne peut que rejeter la méthode et la métaphysique intuitionnistes, mystiques et antiscientifiques, mais, par contre, qu'elle ne peut qu'admettre et développer les observations quelquefois profondes de Bergson, concernant les phénomènes de l'activité psychique, justement parce que, contrairement à la lutte acharnée, menée par Bergson tacitement contre la dialectique concrète dans le domaine de la philosophie générale, ses contributions scientifiques sont caractérisées ici par leurs découvertes de vues dialectiques concrètes là où on en était à des abstractions unilatérales, insuffisantes et, en tant que telles, fausses. Par exemple, la psychologie avant Bergson faisait consister la phrase musicale en une succession pure et simple de sons qui par leurs qualités, supposées absolues, détermineraient aussi les qualités de la phrase musicale qui au fond ne serait que la somme pure et simple des sons dont elle se compose, comme le voudrait Lovejoy dans son analyse du réalisme temporaliste critique pour tout ce qui évolue dans le temps. Cependant, c'est Bergson qui a découvert que, de même que la totalité de la phrase musicale ou plus précisément sa gamme dépend des sons qui la composent, les qualités des sons aussi changent en dépendance de la totalité de la phrase musicale ou de la gamme qu'ils composent. Et cette contribution bergsonienne est évidemment toute dialectique et concrète, et quand Bergson lui-même, en bon intuitionniste, pèche contre elle en donnant le pas à la continuité de la totalité de la phrase musicale ou de la gamme sur la succession des sons, Lovejoy a bien raison de remarquer que Bergson s'éloigne de la réalité concrète du temps et se jette dans le précipice de l'obscurité mystique; cependant, supposant la réalité objective absolue du principe logique de non-contradiction, Lovejoy s'arrête à la réfutation de la durée pure bergsonienne qui évidemment devient formellement contradictoire et impossible sans la succession temporelle que Lovejoy emploie comme pierre de touche de la réalité; mais s'il allait de cette critique légitime plus au fond de la chose, comme le font la science psychologique et la philo-

sophie dialectique concrète, et s'il reconnaissait la réalité de l'opposition du continu et du discontinu dans le cours du temps ou de la phrase musicale, Lovejoy verrait aussi la contribution bergsonienne positive à l'analyse temporelle et qualitative de la phrase musicale qui n'est, certes, point intuitionniste et immédiate unilatérale, et encore moins réaliste temporaliste critique également unilatérale, mais dialectique, croyons-nous, et pour cela concrète, et inversement.

Pour insister encore un peu sur l'illégitimité de l'exclusivisme propre au matérialisme vulgaire et à l'idéalisme ainsi que sur le caractère dialectique de l'évolution de la pensée philosophique et scientifique relativement indépendante de l'évolution sociale, soulignons ici, à la fin, encore une contribution bergsonienne philosophique et psychologique incontestable à cette évolution. Avant Bergson, la psychologie, tout associationniste qu'elle était, croyait toute la pensée composée seulement d'images et de représentations; et c'est Bergson qui a entrevu la continuité du courant de la pensée, vivifiant et activisant par des « schémas dynamiques » cette poussière atomisée d'images et de représentations, et a ouvert par là la voie qui mènera à l'un des chapitres les plus nouveaux, les plus riches en conséquences et les plus utiles du *Nouveau traité de psychologie* (t. IV, p. 161-263), celui sur la pensée créatrice, grâce, bien entendu, au fait qu'ici également il avait, malgré soi, attiré l'attention sur la nature dialectique, à la fois continue et discontinue du courant concret de la pensée qui est à la fois image et schéma dynamique, réfléchissant le monde et cherchant la voie à sa transformation et à son humanisation.

Mais, pour que les philosophes et les savants arrivent, quelquefois, même malgré eux, à de pareilles découvertes, n'est-il pas nécessaire et inévitable que dans certaines conditions sociales, historiques, méthodologiques et logiques leurs vues générales se forment, s'approfondissent et s'aiguisent en opposition à toutes les autres et à l'exclusion de toutes les autres? Lovejoy ne s'est pas posé cette question, ni dans son *Journal of the History of Ideas* qu'il avait fondé en 1940, ni dans son gros volume *Essays in the History of Ideas*, 1948, parce qu'elle dépassait sa philosophie du réalisme temporaliste critique, fondée sur la logique formelle de la non-contradiction et circonscrite dans les cadres de l'entendement et du temps mécanique. Mais, c'est justement son dernier livre *Raison, Entendement et Temps*, à la fois si spirituel et si exclusif de toute connaissance supérieure à celle qui est fondée sur la logique formelle et sur la notion mécaniciste du temps, qui nous paraît imposer irrésistiblement la question de la nécessité pour toutes les doctrines philosophiques aussi bien matérialistes vulgaires qu'idéalistes, qui dans leurs unilatéralités ne reconnaissent point la dialectique concrète des phénomènes, de s'opposer et de s'exclure entre elles-mêmes et, en prenant position et jouant pour ainsi dire chacune le rôle d'un des éléments ou des moments de cette dialectique, d'en faire quand même, grâce à leurs exclusions et contradictions mutuelles, agissant ensemble, avancer la découverte de certains de ses éléments ou moments concrets. Dans ce sens, les ouvrages d'une érudition aussi large et d'un esprit aussi fin, que

ce dernier livre de Lovejoy, peuvent même par leur grand défaut d'exclusivisme avoir aussi le mérite, après avoir montré toute l'erreur d'une doctrine comme celle de l'intuitionnisme, dans sa totalité, de nous faire rechercher aussi les éléments scientifiques et historiques positifs qu'elle a, quelquefois malgré elle, découverts et auxquels tiennent réellement son affirmation et son maintien scientifiques et historiques.

Et dans ce cas, les découvertes bergsoniennes de la structure dialectique aussi bien de la phrase musicale et du temps pris dans leurs totalités que la pensée créatrice même prise dans sa totalité comme image et schéma dynamique, nous inviteraient et même obligeraient à dépasser non seulement le cadre étroit et même unilatéral de la notion mécaniciste du temps, mais aussi le niveau de la logique de la non-contradiction, de l'entendement et du sens commun et, tout en admettant tous les arguments de Lovejoy contre « la raison pure » et « l'intuition » « immédiates » et mystiques des Jacobi, Schelling ou Bergson et justement parce que ces arguments sont les nôtres aussi, à chercher à dépister dans l'évolution des sciences, de la philosophie et de la pratique d'aujourd'hui le développement et la constitution, reposant sur les faits concrets, de la connaissance plus profonde et supérieure de la raison dialectique concrète et créatrice proprement humaine, puisque les opérations de l'entendement sont bien, comme l'a remarqué Engels, communes aux hommes et aux animaux.

D. NEDELKOVITCH,

Académie serbe des Sciences, Beograd.

VER EECKE (Paul). — *Les œuvres complètes d'Archimède, suivies des commentaires d'Eutocius d'Ascalon*. Traduites du grec en français avec une introduction et des notes. — Paris, Albert Blanchard, 1961. 2 vol. 19 × 27, 763 p. 120 NF.

Sur la fin de sa vie si laborieuse, Paul Ver Eecke cherchait vainement à rééditer sa traduction d'Archimède (1921), complétée par celle des commentaires d'Eutocius.

Grâce à l'aide du Ministère de l'Instruction Publique et de la Fondation Universitaire de Belgique, voilà qui est chose faite.

Les amis de la Science grecque et ceux du courageux et célèbre traducteur se réjouissent de cette heureuse conclusion.

Jean ITARD.

ZOUBOV (V. P.). — *Leonardo Da Vinci*. — Moscou, Léninegrad, Publication de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S., 1961. 14 × 20, 372 p.

Parmi les grands maîtres de l'Art et de la Science, Leonardo da Vinci fut un de ces génies qui domina tous les temps. Anatomiste, dessinateur, architecte, sculpteur, écrivain et ingénieur, il excella dans toutes les

formes élevées de l'activité humaine et mérita d'occuper le premier rang dans l'histoire des sciences. C'est une personnalité qui écrase le biographe et l'ignorance où l'on était des manuscrits incitait les commentateurs à une prudente modestie ou à l'affabulation. En outre, précise P. Huard, « *ses théories picturales le portaient à se méfier de tout ce qui n'était que parlé ou écrit. Il n'y avait, pour lui, que les choses complètement connues par l'expérience, l'expérimentation, l'approche mathématique et physique qui puissent être bien dessinées, le dessin était la méthode la plus importante, non d'exploration, mais de concentration et de perception finale* ». C'est en dessinant ses problèmes que Léonard semble avoir développé ses déductions mathématiques et ses calculs (1).

M. le professeur V. P. Zoubov, de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S., nous présente aujourd'hui, un nouveau « Vinci » puisé à la source, qui n'est pas un « roman de Léonard », mais une synthèse originale de son œuvre scientifique. Elle est un développement par lequel l'auteur représente, avec une rigueur toute mathématique, l'aspect des êtres et des choses qui entourent encore de mystère la vie de Leonardo da Vinci. Elle est, selon l'expression russe, l'*opisanié jizni* (la description de la vie) observée par un œil de savant.

Nous distinguerons : *Chapitre 1* : La vie de Leonardo da Vinci (1452-1519); *Chapitre 2* : Les manuscrits; *Chapitre 3* : La science; *Chapitre 4* : L'œil, maître des sentiments; *Chapitre 5* : Le paradis des sciences mathématiques; *Chapitre 6* : Le temps; *Chapitre 7* : L'homo faber. Une courte histoire des manuscrits et un index biographique complètent la description de Léonard.

Le style élégant et clair rappelle l'agrément que nous avons eu à lire ce livre qui est, par ailleurs, illustré avec goût (machine volante, projet de pont sur le Bosphore, travail à la chaîne, dénivellation de rues, dessins anatomiques, etc.).

Pour ceux qui étudient l'histoire des sciences, et plus particulièrement les sciences exactes, cet ouvrage sera un guide précieux. L'auteur ne s'est pas limité aux sources nationales russes et à l'apport gréco-latin mais a eu un accès direct à la documentation occidentale (italienne, française, allemande, anglaise, etc.) qu'il a, parfois, reconstitué comme une mécanique. Il sait que la mécanique n'est pas seulement la « science des machines » et qu'elle « est le paradis des mathématiques car c'est avec elle que l'on arrive aux fruits des sciences mathématiques ».

M. WONG.

(1) Voir l'importante étude du Professeur P. HUARD (*Léonard de Vinci*, dessins anatomiques présentés par P. HUARD. Les Editions Roger Dacosta, 17, avenue de la Bourdonnais, Paris-7^e, 1961).

AHMAD (S. Maqbul), RAHMAN (A.). — *Al-Mas'ûdî Millenary Commemoration Volume*, ed. S. Maqbul Ahmad and A. Rahman, published by the Indian Society for the History of Science and the Institute of Islamic Studies. — Aligarh Muslim University, 1960. XII-146 p., 20.00 rupis (30 s.).

This volume is the outcome of a celebration held in Aligarh Muslim University, India, in January 1958, to commemorate the one thousandth anniversary of Al-Mas'ûdî (d. 956 A.D.). Some of the articles contained in it were read during the celebrations, others were contributed afterwards. I shall give here a brief account of the contents in the order in which they appear in the volume.

Ch. Pellat speaks of his projected work for a new edition and translation of Al-Mas'ûdî's *Murûj al-Dhahab* (pp. 3-4). P. Voorhoeve gives information on Leiden manuscripts of the *Murûj al-Dhahab*. Three photographs from manuscripts are appended (pp. 5-6). Bernard Lewis contributes a translation of a passage from the *Murûj al-Dhahab* concerning the kings of the Franks and notes that interest in Western European history was very rare among the historians of Islam, Al-Mas'ûdî representing one of the few exceptions (pp. 7-10). Tadeusz Lewicki deals with information given by Al-Mas'ûdî on the Slavonic peoples and those of Central Europe and remarks that, unlike many other writers on the subject, Al-Mas'ûdî gives entirely original and mostly authentic information on the subject (pp. 11-13). E. M. Murzaev speaks of the information on the geography of Turkistan contained in the works of Al-Mas'ûdî and of its utilization by Russian and Soviet scholars (pp. 14-19). Nicola A. Ziadeh presents details concerning Syria (Diyâr al Shâm) available in Al-Mas'ûdî (pp. 20-24). Mohibbul Hasan reviews the historical and geographical knowledge Al-Mas'ûdî had concerning Kashmir (pp. 25-27). S. M. Stern shows the close dependence of Al-Mas'ûdî on the *Excellent City* of his contemporary Al-Fârâbî. The author intends to expand his study of Al-Mas'ûdî's passages on philosophy (pp. 28-41). G. Morrison presents a comparative review of the information in Al-Mas'ûdî on the genealogy of Sassanian kings (pp. 42-44). A. Rahman tries to place Al-Mas'ûdî within the intellectual atmosphere of his time. The main shortcoming of the period was according to the author the absence of the experimental method and an overemphasis on rationalism. Statements of Al-Mas'ûdî are quoted, indicating his dissatisfaction with neglect of astronomy at the price of preoccupation with astrology; his appreciation for those who were not satisfied with reliance on authorities; and his belief in the progress of scientific knowledge (pp. 45-50). Walter J. Fischel dwells on Al-Mas'ûdî as a source of Ibn Khaldûn. That Al-Mas'ûdî was one of the major sources of Ibn Khaldûn is seen from the frequency of the latter's references to Al-Mas'ûdî and of his quotations from him. The author adds that various historians are mentioned by Ibn Khaldûn, but that he pays special

tribute only to Al-Mas'ûdî. W. J. Fischel considers this to be due to Al-Mas'ûdî's conception of universal history as well as to his having been a keen observer of cultural and geographic conditions, so that Al-Mas'ûdî influenced Ibn Khaldûn to a considerable extent in his basic concepts and served him as a model (pp. 51-59). M. Mo'in makes a gleanings from items in Al-Mas'ûdî on Zaratustra and studies them in the light of present-day researches on the subject (p. 60-68). D. M. Dunlop refers to Al-Mas'ûdî's short account taken from the *Excellent City* of Al-Fârâbî and gives text material related to the subject (pp. 69-71). Mohammad Shafi makes a survey of Al-Mas'ûdî's ideas in the domain of geography. He quotes Al-Mas'ûdî to show that he had a grasp of the essential points of the cycle of erosion caused by streams and that he had a fairly good idea of the Indian Ocean within the limits of knowledge available at the time. He knew that the Caspian was an inland sea, and the details he gives concerning parts of Central Asia and India and the Nile are of interest (pp. 72-76). H. Ghulam Mustafa surveys the poems contained in Al-Mas'ûdî's works. Al-Mas'ûdî quotes poems in abundance both for supplying information and for giving color to his works. They show Al-Mas'ûdî's love for poetry as well as his aesthetic taste (pp. 77-83). S. M. Ali makes a broad review of Al-Mas'ûdî's knowledge in different departments of geography and concludes that Al-Mas'ûdî was not sufficiently well-versed in mathematics and that his knowledge of mathematical geography leaves much to be desired. As concerns the knowledge of lands and seas, his information naturally corresponds to the prevalent views of his time, with the exception, roughly speaking, of the regions he visited personally. Perhaps the greatest achievement of Al-Mas'ûdî was in the field of human and regional geography because of his belief in the correspondence between human characteristics and the environment (pp. 84-92). S. M. Ziauddin Alavi analyzes Al-Mas'ûdî's conception of environmental influences. These are classified as edaphic, climatic, and other influences. Al-Mas'ûdî conceives this third category not only as applicable to man but also in the form of adaptation of animals and plants to their environment. He believed in astral influences (pp. 93-96). S. M. Maqbul Ahmad makes a rather detailed study of the information given by Al-Mas'ûdî concerning India and especially its kings (pp. 97-112). This is followed by a bibliography on Al-Mas'ûdî prepared by Muhammad Iqbal (pp. 113-116).

A second part of the volume contains messages received and speeches made on the occasion, addresses read at the inaugural session, and a list of the delegates who participated in the celebration. A foreword to the volume is written by Humayun Kabir and a preface by S. Maqbul Ahmad and A. Rahman, the editors of the volume.

It is appropriate that this millenary celebration should have been held in India, a land which Al-Mas'ûdî visited in search of first-hand information and which apparently proved to be quite congenial to him. Moreover, the data he brought together concerning the history, geography, and the people of the parts of this subcontinent he actually visited seem to be considerable and substantial.

This volume is seen to have fulfilled successfully its goal. Al-Mas'ûdî emerges out of this volume in a rather clear fashion as a result of this many-sided approach to his scientific and scholarly personality.

A. SAYILI.

EULER (L.). — *Die Berliner und die Petersburger Akademie der Wissenschaften im Briefwechsel Leonhard Eulers. Teil II : Der Briefwechsel L. Eulers mit Nartov, Razumovskij, Schumacher, Teplov und der Petersburger Akademie 1730-1763. Erg. u. eingel. v. A. P. JUSKEVIC und E. WINTER unter Mitw. v. P. HOFFMANN und Ju. Ch. KOPELEVIC.* — Berlin, Akademie-Verlag, 1961. 16 × 25, XII-463 p., 3 Tafeln. « Deutsche Akad. d. Wissenschaften zu Berlin. Quellen u. Studien zur Geschichte Osteuropas. Bd. III, T. 2 ». Gebunden DM 44.—.

Im Mittelpunkt dieses zweiten Teiles des Eulerschen Briefwechsels steht neben Euler selbst Joh. Dan. Schumacher (1690-1761), ein sprachgewandter und geschäftskluger Elsässer aus Kolmar, der schon bei den vorbereitenden Massnahmen Peters des Grossen zur Errichtung der Akademie wesentlich beteiligt war. Nach ihrer Gründung wurde er als enger Freund des ersten Präsidenten (1725-33), des kaiserlichen Leibarztes L. Blumentrost (1692-1705), mit der Leitung der akademischen Kanzlei betraut und erhielt damit den entscheidenden Einfluss auf die Führung der Geschäfte. Als Ausländer hatte Schumacher gegenüber der russischen Staatsverwaltung keinen leichten Stand; zudem befand sich die in ihren ersten vier Jahrzehnten ihres Bestehens keineswegs glücklich etatisierte Akademie in fortwährender Geldverlegenheit, und doch sollte dies nach aussen hin möglichst wenig in Erscheinung treten. Überdies stellten die grossenteils noch recht jungen Mitglieder, deren zahlreiche auf Grund mehrjähriger Verträge aus Frankreich, aus der Schweiz und aus Württemberg geholt worden waren, keine geringen Ansprüche an das Leben und waren sich ihrer Grenzen nicht immer deutlich genug bewusst. Dazu kam, dass sie sich unter Verhältnissen, die ihnen kaum eine andere als die wissenschaftliche Tätigkeit ermöglichten und sie zum häufigen Beisammensein ohne ausreichende Ausweichmöglichkeit zwangen, fortwährend wegen allerlei belangloser Kleinigkeiten verzankten und überdies wissenschaftlich anfeindeten. Dass Schumacher hier einsetzte, sie gegeneinander ausspielte und ihre Zwistigkeiten dazu verwendete, um ihnen den Lebensraum noch weiter zu beschneiden, wirft kein gutes Licht auf den Charakter des kühl berechnenden Menschenverächters, der es verstand, sich durch die Kenntnis aller Einzelheiten innerhalb der Akademie unentbehrlich zu machen und auch bei mehrfach wechselnden politischen Verhältnissen und weltanschaulichen Richtungen an der Macht zu halten, ja selbst nach

vorübergehender Entfernung aus dem Amt (1742-44) den alten Einfluss wiederzugewinnen.

Wie nun aus den freilich nur in Form von Inhaltsangaben wiedergegebenen Briefen an Euler in Berlin (welche Form der Berichterstattung im vorliegenden Falle trotzdem allen Leserwünschen gerecht wird) aus den Jahren 1741-57 hervorgeht, hat Schumacher dem in solchen Dingen recht harmlosen Empfänger durch einseitig gefärbte Berichte und gehässige Unterstellungen hinsichtlich der Persönlichkeiten, die ihm nicht genehm waren, ein zum Teil verzerrtes Bild von den Vorgängen innerhalb der Akademie übermittelt, das erst durch die klugen Anmerkungen der Herausgeber berichtigt wird. Dass das anfangs freundschaftliche Verhältnis zwischen Euler und G. Fr. Müller (worüber uns drei nachträglich aufgefundene und hier anhangsweise im vollen Wortlaut wiedergegebene Briefe Müllers aus Sibirien unterrichten), später zu rein geschäftsmässiger Beziehung abgekühlt wird, ist ebenfalls das Werk Schumachers, der Müller leidenschaftlich gehasst haben muss.

Von wissenschaftlichen Fragen ist in dieser Korrespondenz nicht allzu oft die Rede, wohl aber von Gutachten Eulers bei geplanten Berufungen auf frei gewordene Stellen bei der Akademie oder als Hauslehrer und Sekretäre bei hochgestellten russischen Persönlichkeiten, von der Einleitung der nötigen Verhandlungen, natürlich auch von der Übermittlung und Drücklegung der zahlreichen Eulerschen Abhandlungen, die in diesen Jahren der Petersburger Akademie vorgelegt wurden, und auch von den russischen Studenten, die sich in den Jahren vor dem Siebenjährigen Krieg auf Kosten der Petersburger Akademie in Berlin aufhielten und als Pfleglinge in Eulers Haushalt aufgenommen wurden, so vor allem von S. K. Kotel'nikov (1723-1801, 1757 Nachfolger auf dem seit Eulers Weggang unbesetzten Lehrstuhl für höhere Mathematik bei der Akademie) und von St. J. Rumovskij (1737-1812). Natürlich wird auch die peinliche Angelegenheit mit J. N. Delisle (1726-17 in Petersburg, 1748 wegen abschätziger Bemerkungen über die Akademie als Ehrenmitglied ausgeschlossen) eingehend besprochen, der nach der Rückkehr in Paris unerlaubt mitgenommenes Kartenmaterial veröffentlicht hatte, und neben anderen Affären das Ausscheiden des Naturforschers Gg. Gmelin (1709-1755), eines der Mitglieder der zweiten Kamtschatka-Expedition, der nach Gewährung eines einjährigen Heimaturlaubes unter Vertragsbruch nicht mehr nach Petersburg zurückgekehrt war. An der glücklichen Beilegung dieser Sache ist Euler stark mitbeteiligt.

Von den weiteren Briefen dieser Zeit sind jene mit dem jugendlichen Präsidenten (seit 1746) K. Gr. Razumovskij (1728-1803) und seinem Sekretär Gr. N. Teplov (1728-1779) bemerkenswert. Beide Korrespondenten hatten sich 1743-1744 vorübergehend in Berlin im Hause Eulers aufgehalten und waren ihm besonders wohlgesinnt. Deshalb versuchten sie 1746 und dann erneut 1750 Euler für Petersburg zurückzugewinnen. Dass Euler, der sich schon damals keineswegs glücklich in Berlin fühlte,

trotzdem abgelehnt hat, dürfte sich wohl unter anderm auch aus der Sorge erklären, in erneute Abhängigkeit von Schumacher zu geraten.

Der an persönlichen Intimitäten reiche und daher für viele Vorgänge innerhalb der Petersburger Akademie der damaligen Zeit besonders bedeutungsvolle Briefwechsel ist mit einer gründlichen Einleitung und einem vorzüglichen Personenregister versehen. Besonderen Dank wissen wir den Herausgebern, dass sie sich dazu entschlossen haben, die Erläuterungen und Rückverweise nicht mehr vom Haupttext zu trennen, sondern schon am Ende der einzelnen Stücke anzufügen.

Ichenhausen.

Jos. E. HOFMANN.

BRIGHT (L.). — *Whitehead's Philosophy of Physics*. — London, Sheed & Ward, 1959. 12 × 18, 48 p. « Newman Philosophy of Science Series ». 3. Prix : 2/6 net.

De la longueur d'une conférence, ce petit ouvrage, qui s'adresse aux hommes de science, se propose de lever leurs préventions à l'encontre de la philosophie et, précisément, de la philosophie de Whitehead.

Ainsi, Whitehead s'est livré lui-même à des travaux mathématiques avec la collaboration de son ancien élève Bertrand Russell. Et c'est en amateur, dans le meilleur sens du mot, qu'il a abordé la philosophie, quand ses travaux lui laissèrent quelque loisir. Ses maîtres furent Platon, Bergson et les Empiristes anglais, mais Aristote et Hegel l'ont laissé indifférent. Il y a là, peut-être, quoique l'auteur ne le dise pas, matière à étonner aussi les philosophes. En tout cas, pour Whitehead, la philosophie ne constitue pas un ensemble inaltérable : elle est fonction de la science, et la science et la philosophie se critiquent mutuellement.

De la physique moderne résulte un usage nouveau et subtil de l'espace et du temps; entre l'unité et la discontinuité des phénomènes, se révèle une tension qui conduira Whitehead à l'importante notion d'*organisme*, employée désormais pour désigner l'ensemble de sa philosophie.

En indiquant non seulement les sources et la genèse de cette philosophie, mais aussi ses prolongements, l'auteur l'aurait sans doute éclairée plus vivement : elle a déterminé chez Gabriel Marcel, à l'époque du *Journal métaphysique*, de nombreuses méditations.

Suzanne COLNORT-BODET.

CROWTHER (J. G.). — *Founders of British Science*. — London, The Cresset Press, 1960. 14 × 21, XII-296 p., IX pl.

M. Crowther est bien connu pour ses ouvrages de vulgarisation. Dans le présent ouvrage il fait le portrait de John Wilkins, John Ray, Christopher Wren, Robert Hooke, Isaac Newton, et son but est sans doute

d'intéresser un large public. Il est difficile de dire si ce but est atteint, car le spécialiste et le non-spécialiste doivent normalement être insatisfaits à la fois.

Le style est haché, le contenu sans grande nouveauté, l'analyse des personnages assez superficielle. Le tout manque de chaleur et d'objectivité. M. Crowther aime Hooke et garde ses distances vis-à-vis de Newton. Il veut aussi instituer une étude historico-politique, mais outre qu'il ne le fait pas avec assez de précision, l'insistance sur les rapports entre préoccupations pratiques, données sociologiques et science proprement dite devient pesante à la longue. Elle ne débouche pas sur quelques intuitions originales. Par ailleurs on ne comprend pas l'absence d'un John Wallis dans cette galerie de portraits des fondateurs de la science anglaise. Et de la science tout court.

Serge MOSCOVICI.

CLEMENT (A. G.) and ROBERTSON (R. H. S.). — *Scotland's Scientific Heritage*. — Edinburgh/London, Oliver and Boyd, 1961. 14 × 22, VIII-152 p., 6 fig. 18 s. net.

This slim volume owes its existence to the concern of the authors for the preservation of Scotland's scientific heritage. During the last war they were struck by the fact that opportunities for Scots in England seemed much greater than in Scotland. The scientifically talented Scot, therefore, tended to set his feet on the road south, thus skimming off the intellectual cream for the benefit of the English tradition. How long, the authors wondered, could such a process continue, before Scotland became scientifically barren? This book is their attempt to give an approximate answer to this question.

The first seven chapters are devoted to a view of the history of science as seen from Scotland. Here the Scots genius is examined through the centuries and both the height and breadth of the Scottish scientific tradition presented. These chapters provide the data for the last chapter in which the statistical distribution of Scottish scientists in time and geographical and social position is analyzed.

I found the work disappointing primarily because it bears the mark of undue haste and unwillingness to base conclusions on solid research. The authors are quite forthright about this. The major portion, concerned with the history of science, is drawn from general histories of science and the Dictionary of National Biography. There is little doubt that most historians of science would agree on the major scientists of the past but where men of the second and third rank are concerned, there is a great deal of room for argument. Nor does the D. N. B. really help here for its articles, especially in the sciences, can lay little claim to historical perspective. The authors are not well-versed in the history of science and, therefore, their estimates of the worth of the work of

some of the men they mention is often distorted. How many historians of mathematics, for example, would agree that James Gregory was « with Newton and Leibnitz... one of the co-inventors of the calculus »? (p. 14). What historian of physics would write that « David Gregory (1661-1710)... was the outstanding theoretical physicist of the period » (p. 26) when the period of Gregory's life included the most fertile years of both Sir Isaac Newton's and Christian Huygens' lives? Statements such as these, and they are not rare, are embedded in a rather standard survey of the history of modern science. Names abound, major achievements are very briefly summarized and the whole adds little to what is already known.

The last chapter is, in its own way, as disappointing as what has preceded it. The authors' method would make both a statistician and a sociologist shudder and their data is so loose that their attempts at rigor are immediately brought to nought. Nevertheless, few will argue with their general conclusions : there was a « golden age » of Scottish science in the Victorian period and the contributions of Scotland to the advance of science has been declining ever since. Their remedies, too, seem to be commonsense ones : the government should provide more opportunities for scientific research in Scotland so that talent will not be tempted to emigrate. One can hardly quarrel with these positions but it can be pointed out that the case is rather ineptly put.

L. P. WILLIAMS,

Cornell University, Ithaca (U. S. A.).

HARRIS (L. E.). — *The two Netherlanders, Humphrey Bradley and Cornelis Drebbel*. — Leiden, E. J. Brill, 1961. 15 × 20, 227 p., 9 h. t. Fl. 22.

De ces deux « néerlandais », le premier est anglais; sa biographie est à peine connue; ses travaux sont insignifiants. Et sur ces minces données, l'auteur, L. E. Harris, est arrivé à rédiger dix chapitres qui ne manquent pas d'intérêt, 117 pages pleines de considérations originales faisant revivre le climat économique de l'Angleterre à la fin du xvi^e siècle.

Humphrey Bradley n'a que le nom de commun avec l'illustre astronome du xviii^e siècle qui, par sa découverte de l'aberration des fixes, fournit la première preuve expérimentale du mouvement de la Terre. Ce Humphrey Bradley était issu d'une famille anglaise, installée à Bergen-op-Zoom, en Brabant septentrional lors de l'occupation des ports zélandais par Leicester. Il semble s'être intéressé à la topographie, qui venait d'être mise au point par l'Ecole de Louvain, et aussi aux assèchements si importants pour les Pays-Bas. En 1584, Bradley, après plusieurs autres, soumit aux autorités anglaises un assez médiocre projet d'aménagement du port de Douvres. Cinq ans après, il présenta à Lord Burghley un projet de drainage des immenses terrains marécageux

situés dans la région de Cambridge. Cette récupération de plus de 200.000 hectares de « fens » (en Belgique, le mot « fagnes » est encore en usage) dépassait les moyens de la Couronne aussi bien que les intérêts privés; l'Angleterre avait d'ailleurs des préoccupations plus urgentes et le sol n'y avait pas la valeur des terres hollandaises. Le projet avorta donc et ne fut repris que cinquante ans plus tard, quand la spéculation s'en mêla. Bradley quitta bientôt l'île et fut appelé en France par Henri IV et Sully, pour étudier ce que Harris nomme « le Canal des Deux Mères » (*sic*) et l'assèchement de terrains marécageux en France. Il ne semble pas avoir obtenu, dans ce pays, plus de résultats qu'en Angleterre.

Le personnage serait donc sans intérêt et ne justifierait pas un gros livre. Mais l'auteur, analysant en ingénieur les documents qu'il a collationnés, arrive à faire revivre l'étrange climat élizabéthain, composé à la fois de profonde politique, de concussion éhontée, de renaissance des sciences et de téméraires entreprises. A ce titre, la trame si ténue de la biographie bradleyenne supporte d'intéressantes broderies.

La seconde partie du livre, consacrée à Cornelis Drebbel, contient à la fois plus de précisions et quelques hypothèses hardies. Drebbel, né à Alkmaar vers 1572, mort à Londres en 1633, est bien connu des historiens des sciences. Sans qu'on puisse le mettre au rang des créateurs de la physique moderne, tels que Galilée, Torricelli, Pascal ou Huygens, il faut lui laisser le mérite d'avoir été un expérimentateur remarquable. Il sut défendre ses intérêts en se consacrant surtout à ce que nous appellerions aujourd'hui la « physique amusante »; c'est-à-dire que, pour attirer l'attention des grands amateurs de l'époque, il construisit des instruments pittoresques, des automates mystérieux basés sur un principe qu'il tenait soigneusement caché et que nous trouverions à présent élémentaire, mais qui devait singulièrement frapper le public : tels son « mouvement perpétuel », planétaire assez simple, commandé par les variations de la température (rappelons ici notre moderne pendule Atmos, basée sur le même principe); ses étuves thermostatiques; son microscope, qui fut peut-être le premier microscope composé; son navire submersible, qui n'était probablement qu'une cloche à plongeurs, mais qui lui valut d'être appelé par Buckingham à créer une escadre de poseurs de mines, au siège de La Rochelle. L. E. Harris veut aussi qu'il ait trouvé un moyen de régénérer l'atmosphère de ses sous-marins, en fabriquant l'oxygène que Priestley devait « découvrir » cent cinquante ans plus tard. Drebbel, malheureusement, n'était pas capable des géniales synthèses qui permirent à ses contemporains de concevoir les lois de la thermométrie, de la barométrie, de la dioptrique. En construisant ses « mouvements perpétuels » qui étaient en fait des thermoscopes, il confondait la calorimétrie avec la prévision du temps et même avec le phénomène des marées. C'était un précurseur, et non un savant.

L. E. Harris lui consacre neuf chapitres, 106 pages de son ouvrage, et semble s'attacher au pittoresque du personnage plus qu'à son rôle scientifique. Il n'a peut-être pas tort : de telles biographies nous apprennent plus, en reconstituant le climat de l'époque, que si elles s'astrei-

gnaient à une scrupuleuse sécheresse. Le livre de L. E. Harris ne constitue peut-être pas un ouvrage de référence; il n'en est pas moins utile à l'histoire des sciences et des inventions.

H. MICHEL.

ASTRONOMIE

KOYRÉ (Alexandre). — *La Révolution astronomique : Copernic, Kepler, Borelli*. — Paris, Hermann, 1961. 14 × 21, 528 p., 56 fig. Collection « Histoire de la Pensée », vol. III. 36 NF.

L'ouvrage qui vient de paraître aux Editions Hermann dans la collection Histoire de la Pensée, à la présentation élégante et agréable, a suivi de près dans sa rédaction celui que M. Alexandre Koyré a écrit directement en anglais : *From the closed world to the infinite universe* (Baltimore, 1957) et dont paraîtra bientôt la traduction française. Il était naturel qu'après avoir si heureusement précisé la révolution fondamentale et caractéristique qui substitue au monde clos de l'Antiquité et du Moyen Age un monde ouvert et infini, l'auteur s'attache à une révolution concomitante, celle qui fait naître l'astronomie en tant que science positive. M. Koyré possédait plus que tout autre, il est parfaitement inutile d'y insister ici, les connaissances profondes et le talent nécessaires pour mener à bien cette étude difficile et particulièrement opportune.

Sans aucun doute, en effet, le grand public n'a pas l'apanage des idées vagues et générales et nombre de philosophes, d'historiens ou de scientifiques subissent comme lui l'attrait d'œuvres brillantes, davantage informées cependant par le goût et le souci de la polémique que par l'estime de valeurs vraies. Il faut donc remercier M. Koyré de nous avoir apporté une lumière aussi nette et aussi incontestable sur les articulations réelles et majeures du tournant qui prélude entre le xvi^e et le xvii^e siècle à l'émergence de la science moderne. Son livre, rédigé avec le style incisif et précis qui lui est propre, répond très exactement à l'admirable annonce de son avant-propos : faire l'histoire de l'évolution et de la transformation des concepts-clés à l'aide desquels l'astronomie essaie d'ordonner et de « sauver » les phénomènes en substituant au chaos des apparences sensibles une réalité intelligible qui la sous-tend et qui l'explique.

M. Koyré ne se contente pas, d'ailleurs, de définir de manière générale le dessein dont le lecteur sera appelé à suivre le développement, il explique encore dans son avant-propos les raisons de son choix des témoins privilégiés auxquels il fait appel et dont l'un au moins, Borelli, est un auteur aussi obscur dans son expression, que mal connu. Les œuvres de Copernic, Kepler et Borelli sont caractéristiques de trois étapes sur la route qui mène à « l'unification de la physique céleste et de la physique terrestre dans un monde désormais ouvert et régi par la dynamique ». Et en explicitant l'essentiel de ces trois étapes, M. Koyré

a le mérite de prévenir du ressort de sa pensée : le développement de l'astronomie d'observation et les écarts que ce développement faisaient apparaître avec les théories anciennes n'ont pas eu l'influence que l'on croit. Kepler lui-même a pu s'abuser et donner le change. Il avait pris la décision de s'engager sur une voie nouvelle, celle d'une véritable physique céleste, et d'abandonner le cadre d'une simple cinématique astrale avant même d'avoir accès aux observations de Tycho Brahe. Ceux qui connaissent bien M. Koyré et qui ont appris auprès de lui avec quel soin il faut examiner les titres des « expériences », ainsi que la valeur suréminente de l'analyse conceptuelle dans l'élaboration de la science, n'auront pas lieu de s'étonner. D'autres trouveront peut-être que le rôle des données observationnelles est, dans le domaine qui est ici en question, trop minimisé, mais ils ne manqueront pas d'être saisis par cet *itinerarium mentis in veritatem* dont M. Koyré les invite à suivre les détours et les sinuosités, et sans lequel à coup sûr il n'y a pas de compréhension véritable. Pour la première fois sont rendus accessibles en traduction française les principaux passages des œuvres de Kepler et de Borelli, auteurs particulièrement difficiles à atteindre dans leurs versions latines originales. Et c'est donc dans un contact direct avec les sources que le lecteur peut apprécier combien les mentalités ont pour l'histoire de la science plus d'importance encore que les techniques opératoires.

Qu'il soit permis cependant de regretter que ces techniques ne soient pas suffisamment mises à la portée du lecteur moyen. M. Koyré a eu le souci de donner dans les appendices à la partie consacrée à Kepler, de beaucoup la plus importante en raison de la matière, un schéma géométrique rassemblant les différents angles utilisés à l'époque : *équation physique*, *équation optique*, *anomalies* diverses, ainsi qu'une traduction des définitions de l'*Epitome Astronomiæ Copernicanæ*. Ce souci est éminemment louable. Son résultat laisse encore, nous semble-t-il, un gros effort à faire au lecteur pour comprendre de quoi il s'agit. La chose est particulièrement sensible à propos de l'équation de la *prostaphérèse*, mais il n'est pas très sûr que le *punctum æquans* et l'*anomalie excentrique* (le seul terme resté d'usage courant aujourd'hui grâce à la théorie des coniques) — notions pourtant essentielles à l'intelligibilité des textes — soient en meilleure position. Bien entendu l'ouvrage ne vise pas le grand public, c'est un ouvrage de science sans être étroitement spécialisé et son auteur a pu craindre de sous-estimer les connaissances de son lecteur. Nous pensons néanmoins que c'était là un risque qui valait la peine d'être couru.

Notre remarque a heureusement une portée limitée. Quelques obscurités, concernant le passage des données observationnelles aux représentations des mouvements des astres dans les divers systèmes possibles, ne nuisent pas à la lecture, ni à l'immense profit qu'on en retire sur le plan des idées. Et dans les chapitres consacrés à Copernic, M. Koyré explique très clairement, sans avoir besoin de descendre jusqu'à des détails trop élémentaires, pourquoi le transfert du centre des mouvements célestes de la Terre au Soleil, ou plus exactement au centre de

l' « orbe » de la Terre, ne constitue pas cet avantage décisif que l'on croit, relativement à la simplicité de la cinématique astrale. Sans doute permet-il, par rapport au système de Ptolémée, de diminuer le nombre des mouvements et des « cercles », mais le gain véritable est dans l'uniformisation et la systématisation des mouvements célestes. Très clairement encore, M. Koyré explique le privilège que Copernic attribue au mouvement circulaire uniforme pour la dynamique céleste, et l'élargissement des dimensions du Cosmos nécessité par l'introduction du mouvement de la Terre sur son grand orbe, en l'absence d'observation d'une parallaxe des étoiles « fixes ».

Mais Kepler offrait plus de résistance à un exposé clarificateur, car c'est avec lui qu'il faut savoir « s'engager dans les impasses, se tromper de route et rebrousser chemin ». On ne saurait assez souligner la gratitude que M. Koyré s'est acquise en révélant la structure étrange de cette œuvre dont il faut bien reconnaître qu'elle a eu une influence considérable, mais peu de lecteurs, et en nous permettant d'y accéder à travers des traductions délicates à mettre au point. Sans doute de nombreux travaux ont déjà été consacrés à Kepler, dont quelques-uns assez récents — M. Koyré donne cette importante bibliographie — mais il est certain qu'il est le premier à fournir la clé de démarches déconcertantes et à rendre compte de cette recherche passionnante des « harmonies » de l'Univers par le médium d'une dynamique encore aristotélicienne et où « la hantise de la circularité n'est que partiellement surmontée ». C'est cependant dans cette partie centrale du livre que se fait sentir à plusieurs endroits la difficulté que nous soulignons plus haut. M. Koyré renvoie explicitement le lecteur aux ouvrages de J. L. E. Dreyer et Max Caspar pour la « traduction » des raisonnements de Kepler en langage mathématique moderne, et il indique, par exemple page 323, comment cette traduction est parfois dangereuse. Cela ne suffit pas à écarter tout regret. Simplement peut-être parce que M. Koyré nous a rendu exigeants. Ne s'est-il pas donné beaucoup de peine pour nous faire comprendre celle de Kepler, calculant laborieusement des sommes de distances — pour nous faire comprendre le fossé qu'il y avait à franchir pour passer de là à la fameuse loi des aires?

Avec Borelli, l'atmosphère est bien différente puisqu'il ne s'agit plus que d'exploiter dans la perspective de la dynamique nouvelle — c'est-à-dire galiléenne — des données astronomiques déjà élaborées. La difficulté est de mettre de l'ordre dans des considérations venues de tous les coins de la physique terrestre, et surtout de traduire aussi clairement que possible des textes fort obscurs. L'effort méritait d'être fait puisque Borelli a certainement influencé Hooke et inspiré Newton. M. Koyré est admirablement parvenu à nous faire pénétrer dans cette mécanique céleste, mécanique véritable qui est aussi une étrange respiration de l'Univers et où l' « astronomie elliptique » de Kepler trouve une explication encore bien incertaine.

Telles sont brièvement et insuffisamment exprimées, les données substantielles de l'ouvrage de M. Koyré. Il faudrait dire encore tout ce que révèle son information sur la critique historique proprement dite

des sources utilisées et sur les structures mentales liées aux cosmologies anciennes. Un tel livre mérite d'autres études et d'autres hommages. En le refermant, on reste sous le coup des perspectives ouvertes et l'on souhaite pour elles la diffusion la plus étendue.

Pierre COSTABEL.

KUNITZSCH (Paul). — *Arabische Sternnamen in Europa*. Wiesbaden, Otto Harrassowitz, 1959. 16 × 25, VIII-240 p. DM. 28.

Esta obra es una notable ampliación de la Tesis que el autor presentó, en el año 1956, en la Facultad de Filosofía de la Universidad Libre de Berlín, ampliación que le ha sido posible gracias a la mayor información bibliográfica que el autor ha podido llevar a cabo en Göttingen y en El Cairo. El tema de la obra : Los nombres árabes de las estrellas en Europa, es muy interesante, porque abraza y conjuga los dos frentes del quehacer astronómico : el oriental y el occidental, y viene a significar la culminación de una serie de aportaciones, desde Fr. Boll, M. Steinschneider, C. A. Nallino, O. J. Tallgren y otros, aportaciones a las que hemos tenido la alegría de dedicar largas vigiliass y acrecentarlas con nuevas adiciones. En nuestros tiempos, en los cuales el Oriente y el Occidente han de tender a convivir, cada día más, con mayor inteligencia de amor y cordialidad, es particularmente grato saludar obras como la del Dr. P. Kunitzsch, fruto maduro de la ciencia alemana, y firmada, precisamente, por el autor en la prestigiosa ciudad de El Cairo. El autor ha hecho gala en su obra de su gran erudición e información bibliográfica, y sobre todo de su gran escrupulosidad en el cotejo y contraste de fuentes. Diríamos que en torno al tema de los nombres árabes de las estrellas ha hecho obra de estilo benedictino o a modo de aquellos admirables cinceladores orientales de bellos y delicados instrumentos astronómicos : astrolabios, globos y azafeaas.

El autor nos presenta una muy completa bibliografía sobre el tema, y despues de unos capitulos como introductorios, sobre la moderna notación científica estelar, sobre la terminología recibida, desde el Antiguo Oriente, sobre todo Sumer y Babilonia, la ciencia alejandrina, especialmente el Catálogo de Tolomeo, hasta llegar a los tiempos renacentistas y modernos, entra ya, en el cap° IV, a hacer un estudio muy pormenorizado de las fuentes bibliográficas orientales, desde *Mása'allah* (m. 815) hasta Ridwan Efendi, quien en el año 1701 terminaba en El Cairo un globo celeste, estudiado precisamente por B. Dorn. Tanto o más interés ofrecen las fuentes medievales europeas sobre tal tema, asunto al que hace largos años pudimos contribuir con nuevas aportaciones, que nos complace han sido muy solicitamente y críticamente aprovechadas por el autor. Es, en verdad, muy complicado seguir en todas sus raíces el frondoso árbol de las traducciones y recensiones de origen árabe en la Europa medieval. Y no puede negarse que el autor está muy informado en tal intrincado terreno, que llega hasta mediados del siglo XIV.

Los capítulos VI y VII son ya específicamente destinados al estudio de la onomástica arábigo-europea de los asterismas; en el cap° VI se inventarian los nombres de las 28 estaciones lunares; en el cap° VII figuran los nombres de las estrellas que figuran normalmente en los astrolabios. Claro está, el autor presenta toda la serie de grafías vacilantes que presentan las distintas traducciones y recensiones, y se fija de un modo especial en el antiguo texto de las *Sententiæ astrolabii*, que tuvimos ocasión de ilustrar nosotros en anteriores estudios. El largo y central cap° VIII está consagrado al estudio descriptivo particular de 210 nombres de estrellas, y allí se vierte toda la extensa erudición técnica del autor. El cap° final, el IX, presenta una visión de conjunto de los resultados de la investigación realizada, y se subraya la tradición y enlace que hay, en el campo de estudio realizado, entre los tiempos medievales y los modernos. Diferentes índices cierran la obra, por la cual tantos elogios hemos de ofrecer a su autor.

Solamente nos permitiremos presentar algunos pequeños reparos u observaciones. En la pág. 31 transcribe: *Ibn az-Zarqala*, si bien anota como otras transcripciones: *az-Zarqali*, *az-Zarqal*, *Arzachel*. Creemos que ya sería hora de que los historiadores aprovecharan lo que dejamos bien sentado en nuestros *Estudios sobre Azarquiel*. El nombre exacto y coetáneo al del astrónomo toledano, era un nombre híbrido, formado de raíz árabe y sufijo romance; sonaría: *Az-Zarqellu*; luego, por caída de la vocal final, sería: *Az-Zarqell*, y por diptongación romance: *Azarquiel*. En la pag. 40 dice que la traducción por Rodolfo de Brujas de la recensión maslamiana del Planisferio de Tolomeo se hizo en Toledo; al parecer, se hizo en Tolosa, a sea, la Toulouse del Lenguadoc, porque es en esta región donde acostumbró a traducir Rodolfo de Brujas, y no en el Centro de España.

J. M. MILLAS-VALLICROSA.

NEUGEBAUER (O.) and VAN HOESSEN. — *Greek Horoscopes*. — Philadelphia, The American Philosophical Society, 1959. 23 × 39,5, 231 p., 38 fig., 32 Taf.

« L'astrologie hellénistique est l'amalgame d'une doctrine philosophique séduisante, d'une mythologie absurde et de méthodes savantes employées à contre-temps. » Diese Worte von Pater A.-J. Festugière, O. P. (*La Révélation d'Hermès Trismégiste*, I, p. 89) schicken die Autoren ihrem verdienstvollen Werk voraus, welches die Historiker der exakten Wissenschaften gleichermassen wie die Philologen und Historiker angeht. Diesen interessiert die chronologische Datierung der Horoskope, jenen die bei der Abfertigung zugrundegelegte astronomische Rechen-technik, welche seit dem Aufkommen der Astrologie im Hellenismus des zweiten vorchristlichen Jahrhunderts angewendet wurde. Vorliegende Publikation befasst sich nun mit einer Entwicklungslinie dieser Astrologie samt ihren Verzweigungen, nämlich mit den griechischen Horoskopen zwischen dem ersten vorchristlichen Jahrhundert bis zum

beginnenden Islam. In der Einleitung (p. 1-13) werden Numerierung der Texte, die astrologischen Symbole und editionstechnischen Sigla und die Datierungsmethode besprochen, sowie ein astrologisches und technisches Glossar beigegeben. Das erste Kapitel bespricht die Originaldokumente, nämlich Monumente, Papyri und Ostraka (p. 14-75). Im zweiten Kapitel (p. 76-160) werden die literarischen Quellen behandelt. Das dritte Kapitel bringt die allgemeine Besprechung der Texte (p. 161-175), während das vierte Kapitel (p. 176-190) nochmals gesondert auf die Autoren der astrologischen Werke eingeht, welche Horoskope enthalten, nämlich Vettius Valens (um 150) Critodemus (um 100?) Antigonos von Nizaea und die späten Autoren aus der ausgehenden Antike : Hephästion, Palchus, Rhetorius, Eutokius, Stephanus. Der Anhang enthält (p. 191-206) ein griechisch-englisches und englisch-griechisches Glossar, sowie Verweise für das koptische Glossar.

Für die meisten Papyri ist der griechische Text, für alle Horoskope der griechische Text mit englischer Uebersetzung gegeben. Die Analyse der Horoskope deckt mancherlei Irrtümer in der bisherigen astrologiegeschichtlichen Literatur auf. Die Gesamtübersicht im dritten Kapitel zeigt, wie sehr die griechischen Horoskope, insbesondere zwischen den Jahren 20 und 150 n. Chr. überwiegen. Darunter mischen sich noch demotische Horoskope. Nach 450 kommt wieder ein Anstieg der erhaltenen Horoskope. Um 800 beginnen die arabischen Horoskope. Es ist interessant, dass wir überhaupt nur 16 babylonische Horoskope bis heute kennen (von -409 bis -68). Die ältesten griechischen Horoskope datieren von -71 und -42. Alle bisher bekannten 9 aegyptischen Horoskope fallen in die Zeit zwischen -37 und + 93. Die wenigen babylonischen Horoskope unter einer Gesamtzahl von 1800 astronomischen Tafeln ist überraschend; bei den griechischen Horoskopen, von denen die meisten freilich in der Literatur versteckt sind, ist die Lage eher umgekehrt. Die Häufung der Horoskope literarischer Provenienz um das Jahr + 100 zeigt, dass das Material, welches Vettius Valens zur Verfügung stand, nicht wesentlich älter als er selber sein konnte. Im allgemeinen wechseln in den griechischen Horoskopen die Planeten nur wenig ihre Namen, ebenso ist die Symbolik ziemlich konstant. Auffällig ist die geringe Verwendung von geometrischen Diagrammen, die eigentlich erst bei den byzantinischen Horoskopen stärker in Erscheinung treten. Mit besonderer Sorgfalt sind die kalendarischen Daten in den verschiedenen chronologischen Systemen zu behandeln (Aeren, Jahre, Monate, Tage, Stunden). Die Horoskope enthalten auch astronomische Daten, wie die Auf- und Untergangszeiten der Tierkreiszeichen insbesondere mit Angabe der geographischen Zonen, Angabe von hellen und auffälligen Fixsternen, auf welche sich Planetenpositionen beziehen, Sonnenlängen, Sonnenfinsternisse, Mondknoten und Mondfinsternisse sowie Planetenörter. Die Vergleiche dieser Daten in den Horoskopen mit den gerechneten Daten lassen interessante Rückschlüsse auf die damals benutzten astronomischen Tafeln zu. Es zeigt sich dann, dass die astrologische Technik zur Zeit der « Anthologie » des Vettius Valens und des Kompendiums von Ptolemäus noch ziemlich

hinter dem schon von der Astronomie erreichten rechentechnischen Standard zurückbleibt. Die Autoren schliessen daraus, dass das populäre Cliché, die Astrologie habe stimulierend auf die Astronomie gewirkt, modifiziert werden muss.

J. O. FLECKENSTEIN.

MECANIQUE

DUGAS (René). — *La théorie physique au sens de Boltzmann et ses prolongements modernes*. Préface de Louis DE BROGLIE. — Neuchâtel (Suisse), Ed. du Griffon; Paris, Dunod, 1959. 14 × 20, 306 p.

L'ouvrage posthume de René Dugas que nous avons annoncé dans les *Archives* (t. X, n° 40, p. 305) a été publié depuis deux ans déjà grâce à M. R. Jancel, chargé de recherches au C. N. R. S., et aux éditions du Griffon qui ont assuré à ce livre la même présentation élégante et claire qu'aux précédents ouvrages de l'auteur.

Le manuscrit laissé par René Dugas était presque entièrement au point pour l'impression et n'appelait que des corrections de détail. C'est cependant à la ténacité de Mme René Dugas que nous devons la publication rapide de ce texte de grande densité qui couronne l'œuvre scientifique d'un véritable historien des sciences.

L'intérêt porté par cet historien à la personnalité de Boltzmann est en effet essentiellement chargé de signification. Le nom de Boltzmann évoque les oppositions violentes qui marquèrent la fin du xix^e siècle entre les atomistes et les tenants de l'énergétique. René Dugas avait non seulement apprécié de bonne heure le courage et la persévérance qui avaient été nécessaires à Boltzmann pour maintenir ses recherches malgré de vives critiques, mais il avait été surtout frappé de l'analogie de situation avec les débats instaurés par la Mécanique quantique actuelle. Son dernier ouvrage n'est donc pas seulement la preuve qu'en historien consciencieux il avait achevé l'étude de ce qui concernait sa discipline de prédilection, la Mécanique, jusqu'à l'époque contemporaine. Il nous donne surtout la clef d'une longue recherche. René Dugas a été persuadé qu'à moins d'un demi-siècle de distance l'exemple de Boltzmann était de première importance pour la Physique théorique moderne, mais pour éprouver cette conviction et la communiquer, il lui a fallu remonter dans le passé et faire l'histoire de la Mécanique.

C'est ce qui donne à la première partie de cet ouvrage posthume une résonance profonde. *La théorie physique au sens de Boltzmann*, introduction nécessaire à l'objet de l'étude, s'accompagne en effet d'une mise au point des discussions sur les principes de la Mécanique et de l'utilisation des notions mathématiques, et cette mise au point repose sur l'ensemble de l'œuvre historique de l'auteur. René Dugas avait appris dans la fréquentation des grands pionniers qui jalonnent l'évolution

de la Mécanique depuis l'Antiquité, que l'emploi alterné de l'induction imaginative et de la déduction logique est le véritable levier de la découverte. Il pouvait donc, à la suite de Boltzmann, souligner davantage le caractère fallacieux de ces formalismes rigoureux qui prétendent dérouler toutes les conséquences des concepts et postulats extraits des faits expérimentaux mais soi-disant soustraits à tout appel à l'imagination. Pour que la présentation « énergétique » de la Mécanique soit convaincante, il faudrait non seulement qu'elle soit régie par une impeccable logique et exempte de contradictions, mais encore qu'elle soit effectivement indépendante de la connaissance de l'ancienne Mécanique. René Dugas était bien placé pour montrer que cette indépendance est illusoire, comme est illusoire le point de vue d'une physique théorique qui réduirait à une utilité pratique, dans le passé, le rôle de l'hypothèse moléculaire, et ne gardant que les équations qui en sont résultées, considérerait cette hypothèse comme superflue, rejetterait toute image, toute représentation des éléments non observables de la matière.

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée à l'exposé de la mise en œuvre de la *méthode et dialectique de Boltzmann* dans quelques-unes des questions fondamentales de la Physique mathématique. Le chapitre le plus marquant peut-être est celui où René Dugas rend compte des controverses avec Loschmidt, notamment en ce qui concerne la difficulté de faire sortir des équations réversibles de la Mécanique une interprétation satisfaisante des processus irréversibles de la Thermodynamique. Dans le même ordre d'idées, est traitée la réaction de Boltzmann devant l'objection de Zermelo, basée sur le théorème d'Henri Poincaré relatif à la quasi-périodicité du mouvement des systèmes mécaniques soumis à certaines conditions.

Mais c'est évidemment la troisième et dernière partie, intitulée *Pro longements modernes* qui contient les chapitres les plus intéressants. Après avoir analysé les « principes élémentaires de la Mécanique Statistique » de Willard Gibbs, résumé les vues optimistes de M. Hadamard sur la validité de cette Mécanique, et noté à la fois la contribution d'Henri Poincaré (distinction entre entropie grossière et entropie fine) et ses réserves, René Dugas aborde les moments décisifs. Décisif en effet est le moment où Planck constate que si les définitions de l'entropie proposées par Gibbs sont favorables — comme d'autres d'ailleurs, plus formelles encore — lorsqu'il s'agit de processus réversibles, seule la définition de Boltzmann est adéquate et utile dans le cas des processus irréversibles. Les remarques de Boltzmann relatives à la nécessité d'introduire un élément de discontinuité dans la thermodynamique du raisonnement ont alors engagé Planck dans la voie des quanta. Décisif aussi est le moment où le jeune Einstein s'intéresse à la thermodynamique statistique et prépare sa théorie du mouvement brownien et de la structure discontinue de la lumière. Les études que René Dugas avaient consacrées antérieurement aux travaux de jeunesse du fondateur de la Relativité générale trouvent ici un développement plus vaste en soulignant la fécondité de l'inspiration due à Boltzmann, malgré les critiques qu'Einstein a parfois formulé à son égard.

Ainsi se trouvent fixés quelques points particulièrement importants pour l'histoire de la Science contemporaine et pour cette science elle-même. Ils le sont dans la langue précise, élégante et incisive qui est propre à l'auteur; accompagnés de l'appareil mathématique nécessaire, judicieusement réduit. Cela suffira-t-il à assurer à cet ouvrage, assez rare en son genre, la diffusion qu'il mériterait? Qu'il soit permis en terminant de relever les dernières lignes écrites par René Dugas en conclusion de son exposé des discussions actuelles entre phénoménologie et physique des images.

« L'avenir décidera, mais de toute évidence l'attitude motrice est celle qui consiste, plutôt que de camper sur des interdictions dictées par notre connaissance actuelle des choses, à oser forger des modèles dans l'espoir d'atteindre un niveau toujours plus profond de la réalité physique, même si l'on doit un jour, sans rémission possible, se heurter au seuil de l'inconnaissable. »

Ces lignes, où toute une vie apparaît en filigrane pour ceux qui l'ont connue, ont la valeur incomparable d'un testament spirituel.

P. COSTABEL.

COSTABEL (Pierre). — *Leibniz et la dynamique : les textes de 1692*. — Paris, Hermann, 1960. 14 × 21, VIII-120 p. « Histoire de la Pensée », I. — École Pratique des Hautes Études, Sorbonne. 14 NF.

Unter uneingeordneten Abschriften aus dem *Archive de l'Académie des sciences* hat Verfasser im Februar 1956 zwei alte Manuskripte gefunden, die er sogleich als Kopieen Leibnizscher Abhandlungen aus den Jahren 1692-1693 über mechanische Gegenstände erkannt hat. Die nähere Durchsicht hat gezeigt, dass das eine dieser Schriftstücke die beinahe unveränderte Wiedergabe des *Essay de dynamique* (1), das andere eine ziemlich abweichende Fassung des in zwei Teilen erschienenen Aufsatzes : *Règle générale de la composition des mouvements* (2) darstellt. Mit grosser Sorgfalt ist Verfasser der interessanten und bisher nicht mit solcher Gründlichkeit durchforschten Vorgeschichte dieser

beiden Abhandlungen nachgegangen, hat festgestellt, was es mit den

(1) Das ursprüngliche Manuskript mit vielen Streichungen und Veränderungen, die kennzeichnend für Leibniz' Arbeitsweise sind, befindet sich in der Niedersächsischen Landesbibliothek Hannover im Nachlass Leibniz', Signatur L Br 719 (Pellisson). Es ist nach dem Original abgedruckt in A.-L. FOUCHER DE CAREIL : *Œuvres de Leibniz*, I, Paris, 1859, 470-483 (mit unverändertem Nachdruck, Paris, 1867).

(2) *Journal des sçavans*, Nr. 35 v. 7. IX. 1693, Pariser Ausgabe, p. 417-419, Amsterdamer Ausgabe, p. 648-651, und Nr. 36 vom 14. IX. 1693, Pariser Ausgabe, p. 423-424, Amsterdamer Ausgabe, p. 657-659, beides am leichtesten zugänglich im Wiederdruck in LEIBNIZ : *Mathematische Schriften*, ed. C. I. Gerhardt, Bd. VI, Halle 1860, 231-234. Eine vom Verfasser nicht zu Rate gezogene handschriftliche Fassung befindet sich in Hannover, Signatur L H 35, IX, 13.

von ihm gefundenen Kopieen auf sich hat, und schliesslich den Wortlaut nebst Kennzeichnung der Abweichungen von den bisher zugänglichen Drucken wiedergeben.

In der *Einführung* kennzeichnet Verfasser in wohlabgewogenen Worten die allgemeine Tendenz der damaligen naturwissenschaftlichen Studien. Er hebt das (auch bei den Zeitgenossen vorhandene, jedoch bei diesen keineswegs in der nämlichen Stärke ausgeprägte) Streben Leibniz' nach Herausarbeitung einheitlicher philosophischer Gesichtspunkte in deutlich religiös gefärbter Grundstimmung hervor. Die Bewegungslehre ist für Leibniz ein Zentralproblem, dessen Kompliziertheit er freilich nicht sogleich, sondern nur langsam durchschaut. Er übernimmt von Descartes, mit dessen Grundgedanken er zunächst nur aus zweiter Hand bekannt geworden war, den « geometrischen Mechanismus », gibt sich jedoch keineswegs nur mit einer rationalen Beschreibung der Grunderscheinungen zufrieden, sondern versucht darüber hinaus möglichst genaue Übereinstimmung zwischen der Theorie und den experimentellen Befunden herzustellen.

In der *Hypothesis physica nova* (3) will Leibniz alles im Sinne B. Cavalieris auf *fundamenta praedemonstrabilia* stützen und die mit hereinspielenden Fragen hinsichtlich des Kontinuums im Gegensatz zur atomistischen Auffassung behandeln, scheitert jedoch bei der Deutung der Erscheinungen des Stosses, bei dem sich seiner damaligen Ansicht nach stets eine Geschwindigkeitsminderung ergibt.

In Paris trifft Leibniz mit N. Malebranche zusammen, der sich so stark in die Descartessche Denkweise eingelebt hatte, und versucht von diesem einen verbindlichen Beweis für die Descartessche These zu erhalten, dass Stoff und Ausdehnung das nämliche sind, vermag sich jedoch mit den erhaltenen Erklärungen nicht zufrieden zu geben. Nicht unbeeinflusst von Chr. Huygens bemerkt Leibniz, dass infinitesimale Vorstellungen auf keinen Fall an *ausdehnungslose* Indivisibeln angeschlossen werden können, und erfindet den Calculus als ein summarisch abkürzendes Rechenverfahren, dessen Ergebnisse durch (freilich nicht ganz einfache) indirekte Schlüsse im Sinne der Alten erhärtet werden könnten. Bewusst vermeidet er die Gefahr, von der Huygens so stark bedroht ist, die philosophische Zielsetzung in positivistischer Überbewertung des rein Algorithmischen zu vernachlässigen. Die Möglichkeit der zeitlosen Übertragung der Bewegung beim Stoss lehnt er ab; in richtiger Beurteilung der elastischen Grundeigenschaften kommt er ausserdem zum Prinzip von der Erhaltung der Energie bei Bewegungsvorgängen (damals sprach man von der Umsetzung « lebendiger Kräfte »), und zwar auf Grund einer *philosophischen* Überlegung. Das führt im Zusammenhang mit Stetigkeitsbetrachtungen (damals : Kontinuitätsgesetz) zu der Einsicht, dass die von Descartes aufgestellten Stossgesetze nicht etwa nur korrekturbedürftig und daher verbesse-

(3) 1668-1669 entstanden und stark von Th. Hobbes' Vorstellungen beeinflusst. Erstdruck : Mainz 1671, dann London 1671. Die beste derzeit gedruckte Ausgabe steht in LEIBNIZ : *Die philosophischen Schriften*, ed. C. I. Gerhardt, Bd. IV, Berlin, 1881, 177-240.

rungsfähig, sondern grundsätzlich unrichtig und daher unrettbar falsch sind, weil die aus ihnen hervorgehenden Folgerungen den experimentellen Befunden widersprechen. Dies veranlasst Leibniz zu einer Mitteilung des Jahres 1686 (4), die zum Ausgangspunkt einer immer schärfere Formen annehmenden Auseinandersetzung um die Grundprinzipien der Dynamik mit den vor allem in Paris um ihren Standpunkt kämpfenden Cartesianern wird.

In gründlicher Durcharbeit des gedruckten und des ihm zugänglich gewordenen einschlägigen ungedruckten Materials berichtet Verfasser folgendes über die *Entstehungsgeschichte* der beiden Abschriften: Schon seit 1690 stand Leibniz, anfangs indirekt, später direkt in Briefwechsel mit P. Pellisson-Fontanier (1624-1693), der — ursprünglich Hugenotte — 1671 zum Katholizismus übergetreten war und nunmehr als Verwalter der Konversionskasse (seit 1674) und Historiograph Louis XIV. grossen Einfluss bei Hofe hatte. Ausgangspunkt dieser Korrespondenz war eine Bekehrungsschrift Pellissons, die trotz mancher scharf pointierter Formulierung in Leibniz die Hoffnung erweckte, im Wechselgespräch mit Pellisson einen weiteren Beitrag zum Ausgleich zwischen den christlichen Konfessionen oder zumindest zu besserem gegenseitigem Verständnis und grösserer Toleranz liefern zu können, — für ihn eine Herzensangelegenheit, für die er zeitlebens kämpfte (5). Nun wollte sich Leibniz des so ausserordentlich liebenswürdigen Partners bedienen, um die Pariser Cartesianer von der Unhaltbarkeit ihrer mechanischen Auffassungen zu überzeugen und sie auf die eigenen Ergebnisse hinzuweisen, die er während des Aufenthaltes in Rom in einem umfangreichen Manuskript niedergelegt hatte (6). In veröffent-

(4) *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii et aliorum circa legem naturæ, secundum qua volunt a Deo eandem semper quantitatem motus conservari, qua et in re mechanica abutuntur*, Acta Eruditorum März 1686, 161-163, Wiederdruck in LEIBNIZ: *Math. Schr.* VI, 117-119. Eine französische Übersetzung befindet sich in den *Nouvelles de la République des lettres* für September 1686, 996-999, und ist wiederabgedruckt in Chr. KORTHOLD: *G. G. Leibnizii epistolæ ad diversos*, Bd. IV, Leipzig, 1742, 411-414.

(5) Grosse Teile der weitschichtigen Korrespondenz sind enthalten im IV. Teil der PELLISSONSCHE *Réflexions sur les differends de la religion*, Paris, 1691, dann verbessert mit neuem Titel: *De la tolérance des religions. Lettres de M. de Leibniz et réponses de M. Pellisson*, Paris, 1692 (2 Ausgaben). Weiteres Material findet sich in *Foucher de Careil I*, Ergänzendes im Leibniz-Nachlass in Hannover in L Br 719 (Pellisson) und in L H 1 (Theologie) XIX (Irenica). Die Briefe der Jahre 1690-1691 sind in vorbildlicher Form abgedruckt in G. W. LEIBNIZ: *Sämtliche Schriften und Briefe*, 1. Reihe, Bd. VI, Berlin, 1957, p. 71-240. Der Bearbeiter K. MULLER gibt ebenda in der Einleitung, p. XXVI-XXXI eine ausgezeichnete Einführung in den Inhalt und in die Bedeutung dieses Briefwechsels.

(6) Das Leibnizsche Original befindet sich zusammen mit einer von Leibniz' neuem Freund, dem Freiherrn R. Chr. v. Bodenhausen (+ 1698), der es kritisch durchgearbeitet hatte, besorgten Reinschrift in L H 35, XI, 16 und trägt den Titel: *Dynamica: De potentia et legibus naturæ corporeæ tenamen scientiæ novæ*. Erstdruck in LEIBNIZ: *Math. Schr.* VI, 280-514.

lichten Abhandlungen und in Briefen an die Pariser Freunde finden sich seit 1689 Anspielungen auf die Dynamik. Sie hatten das gewünschte Ergebnis, Aufmerksamkeit zu erregen. Es ging Leibniz vor allem darum, einerseits mit dem von ihm so sehr geschätzten Malebranche (7), andererseits mit den wohlerfahrenen Mitgliedern der *Académie des Sciences* erneut ins Wechselgespräch über die Dynamik zu kommen.

Einen ersten, für M. Thévenot (1620-1692) bestimmten Entwurf (8) hatte er unabgesandt zurückgehalten; jetzt aber, da Pellisson Interesse bekundete, entschloss sich Leibniz zur Übersendung einer neuen Zusammenfassung, des in grosser Eile niedergeschriebenen *Essay de dynamique* (1), der in einer nur flüchtig durchgesehenen Kopie von Schreiberhand am 8./18.I. 1692 nach Paris ging. Am 27.I.1692 bestätigte Pellisson den Eingang der Sendung. Bei nochmaligem Überlesen des Originals bemerkte Leibniz zu seinem Schrecken, dass sich in dem Manuskript und folglich auch in der Abschrift ein grobes Versehen befand (9), und dass er vergessen hatte, die Figur einzufügen, für die der Kopist eine leere Stelle ausgespart hatte. Pellisson erhielt alsbald diese Ergänzungen und hat die Anfertigung von zwei Kopieen veranlasst. Die eine war sehr deutlich und gross geschrieben, ging nach langem Zögern Pellissons, über dessen Hintergründe wir nichts wissen, an die *Académie des sciences*, wurde von Ph. de Lahire am 28.VI.1692 mit zusätzlichen Bemerkungen gelesen und dann Thévenot übergeben. Nach dessen Tod (+ 29.X.1692) befand sie sich im versiegelten Nachlass, wurde nach Klärung der Rechtslage um die Nachfolgerschaft Thévenots im Sommer 1693 an den Abbé P. Varignon (1654-1722) gegeben, der eine Widerlegung schreiben sollte, und ist seitdem ebenso wie die ursprüngliche von Leibniz übersandte Abschrift verschollen.

Die andere Kopie ist die vom Verfasser wiederaufgefundene. Sie ist von G.-F. des Billettes (1634-1720) in dessen zierlicher Handschrift gefertigt worden. Dieses Manuskript gehört zu der Sammlung von Materialien für eine umfassende Beschreibung der *Arts et métiers*, zu deren Durchführung des Billettes 1692 als Sekretär bestimmt worden war. Mit Bienenfleiss, grosser Sachkunde und Sorgfalt hat des Billettes vor allem Kuriositäten und Ungedrucktes zusammengesucht (10). Die

(7) Damals befand sich Malebranches Schrift *Des lois de la communication des mouvements*, Paris, 1692, im Satz. Leibniz erhielt dieses Werk im Oktober 1692 (heute : Hannover, MS IV, 325) und hat es bei der Durcharbeit mit interessanten kritischen Bemerkungen versehen.

(8) Dieser Aufsatz, betitelt *Phoronomus seu de potentia et legibus naturæ*, stammt aus dem Jahr 1689 und war für Thévenot bestimmt, der 1684 als Nachfolger von P. DE CARVACY (1600-1684) mit der Aufsicht über die *Bibliothèque royale* beauftragt worden war. Erstdruck des zweiten Dialogs von C. I. Gerhardt im Archiv für Geschichte der Philosophie 1, Berlin, 1888, 575-581, des Vorwortes in L. COUTURAT : *Opusculs et fragments inédits de Leibniz*. Paris, 1903, 590-593. Der bisher noch nicht vollständig veröffentlichte Text befindet sich in L H 35, IX, 1.

(9) Dieser Fehler ist im Original verbessert. Foucher de Careil folgt dem berichtigten Text, ohne auf die Veränderung hinzuweisen. Die im Original nur flüchtig skizzierte Figur hat er weggelassen.

Abschrift des *Essay* ist sehr präzise angefertigt. Sie sollte ursprünglich Malebranche zugänglich gemacht werden. Dieser war jedoch für längere Zeit von Paris abwesend und hat den *Essay* auch später nie zu Gesicht bekommen, — warum nicht, ist bisher ungeklärt. Vielleicht hatte Pellisson, der am 7.II.1693 verstorben ist, nicht deutlich genug auf Leibniz' Wunsch hingewiesen, auch Malebranche Einsicht in die Abschrift zu gewähren.

Die ebenfalls von des Billettes besorgte Abschrift der *Règle générale* (2) bezieht sich auf eine gegen Ende 1692 an Pellisson übersandte erste Fassung. Sie war von Pellisson veranlasst, der dem Partner einen Ersatz für die misslungene Angelegenheit mit dem *Essay* bieten wollte, und sollte Leibniz' Prioritätsrechte an der Tangentenkonstruktion von Fadenkurven festhalten (11). Warum weder die ursprünglich übersandte Kopie noch die Abschrift von des Billettes als Druckvorlage an Präsident L. Cousin (1627-1707) weitergegeben wurde, der damals das *Journal des sçavans* betreute, wissen wir nicht. Fest steht jedoch, dass Leibniz später eine erheblich abgeänderte Fassung nach Paris gesandt hat, die zu interessanten Vergleichen mit der erst jetzt bekannt gewordenen ursprünglichen herausfordert (12). Wir haben es hier mit den Nachwehen des Streites um die (unrichtige) Tangentenkonstruktion zu tun, die W. E. Graf v. Tschirnhaus (1651-1708) in der Erstaussgabe der *Medicina mentis* (13) aufgestellt hatte und die von allen Kennern des Sachverhaltes und der neueren Methoden, wie Huygens, Leibniz, Joh. Bernoulli und N. Fatio de Duillier, abgelehnt und scharf zurückgewiesen wurde (14).

Nun geht Verfasser auf die *Vorgeschichte* und den *wissenschaftlichen Inhalt* der beiden Abhandlungen ein, die ja in grossen Zügen

(10) *Bibliothèque de l'Institut de France*, Mscr. 1557, bisher ungedruckt.

(11) Erstaunlicherweise hat Leibniz bei seinen Ausführungen den Hinweis auf die Abhandlung *Nova methodus pro maximis et minimis itemque tangentibus, quæ nec fractas nec irrationales quantitates moratur, et singulare pro illis calculis genus*, Acta eruditorum für Oktober 1684, 467-473, weggelassen. Diese Abhandlung, worin sich die erste Mitteilung Leibniz' über die Differentialrechnung befindet, ist wiederabgedruckt in LEIBNIZ : *Math. Schr.*, V, Halle 1858, 220-226, insbes. 225. Dort erscheint als Tangentenbeispiel eine Kurve, deren laufender Punkt von n (bei Leibniz : 7) gegebenen Punkten in einer Geraden feste Abstandsumme hat. Diese Stelle ist übrigens auch dem Verfasser entgangen.

(12) Besonders kennzeichnend ist die Erwähnung ähnlicher Tangentenregeln am Ende des zweiten Teiles der Abhandlung. Hier wird in der ersten Fassung l'Hospital genannt; an seine Stelle tritt in der gedruckten Huygens.

(13) Amsterdam, 1687. Eine neue kritische Ausgabe wird von der Deutschen Akademie in Berlin vorbereitet.

(14) Über diese Kontroverse vergleiche man das in Ch. HUYGENS : *Œuvres complètes*, d. Haag, Bd. IX, 1901 (Korrespondenz, 1685-1690), Bd. XIX, 1937 (Theoretische Mechanik und Physik) und Bd. XX, 1940 (Musik und Mathematik, 1665-1695). Enthaltene, ferner die Parallelstellen in Joh. BERNOULLI : *Der Briefwechsel*, Bd. I, Basel, 1955, ed. O. Spiess. Die Einzelstellen sind aus den Registern ersichtlich.

allgemein bekannt sind. Er berichtet in seiner sorgfältigen Arbeitsweise einige Angaben in dem sonst wohlbegründeten und sehr verdienstvollen Werk von M. Guérault (15) und zeigt, wie die einzelnen von Leibniz berührten Probleme als Folge einer völlig in sich geschlossenen Auffassung mit einander zusammenhängen. Natürlich verweist er auch mit Recht darauf, dass Leibniz im Grunde die Descartessche Bewegungslehre missverstanden hat. Besondere Hervorhebung verdient die Darstellung der verschiedenen Ansätze der damaligen Zeit zur Bestimmung der Tangenten an die Fadenkurven.

Abschliessend sei noch auf das Namenregister und auf das vorzügliche Begriffsregister verwiesen, das die Ermittlung aller in dieser Veröffentlichung sehr gedrängt und in verdichteter Sprache wiedergegebenen Einzelheiten ausserordentlich erleichtert.

Ichenhausen.

Jos. E. HOFMANN.

POLAK (L. S.). — *Les Principes des Variations de la Mécanique. Leur développement et leur application en Physique.* — Moscou, Ed. Physico-Mathématiques, 1960. 15 × 22, 600 p., fig. [en russe].

L'ouvrage de M. Polak se présente comme un exposé très étendu, couvrant toute l'histoire des principes de variation depuis Héron d'Alexandrie jusqu'à MM. Dirac et Heisenberg. A ce titre, c'est une rétrospective des plus intéressantes pour quiconque s'intéresse à l'évolution des conceptions scientifiques et philosophiques. Le thème choisi est d'ailleurs des plus passionnants et des plus controversés, puisqu'il conduit à poser l'éternel problème des causes efficientes et des causes finales, ou du moins à chercher le contenu réel qu'il est possible de donner à ces notions philosophiques. M. Polak est, bien entendu, guidé dans son jugement par la philosophie marxiste, mais son exposé n'en est pas moins d'une grande souplesse et met bien en lumière les positions diverses des protagonistes successifs des principes de variation. L'exposé, en bien des passages, est singulièrement vivifié et animé par des narrations, toujours intéressantes, de détails biographiques des différents penseurs. Je pense ici aux aperçus spirituels et piquants, tout à fait dans le goût du XVIII^e, sur les polémiques de Maupertuis et de Voltaire, aussi bien qu'au portrait plein de gravité de Lagrange et aux détails étonnants sur la personnalité extraordinaire d'Hamilton. Le style de M. Polak sait refléter les mouvements de la pensée et l'ambiance d'une époque ou d'une œuvre, il peut être caustique et piquant

(15) *Dynamique et métaphysique leibniziennes*, Paris, 1934. Z. B. macht Verfassen eindringlich darauf aufmerksam, dass die Bezeichnung « lebendige Kraft » für mv^2 schon in der *Brevis demonstratio* von 1686 auftritt.

comme Voltaire, réservé comme Lagrange, émouvant même comme dans la biographie d'Emmi Nöther.

L'exposé proprement scientifique, selon l'intention formelle de l'auteur, est un compromis entre une restitution entièrement historique et une présentation moderne des résultats. Ce compromis aboutit, dans l'ensemble, à un succès; les passages que j'ai pu trouver difficiles à lire sont peu nombreux; je citerai le principe de moindre action de Lagrange et surtout l'exposé de l'analogie optico-mécanique dans les milieux anisotropes qui me paraît défectueux. On peut également regretter que les notations soient peu coordonnées et que les mêmes lettres désignent, au long de l'ouvrage, les grandeurs les plus diverses, sans que ces changements soient justifiés par quelque commodité.

Ces défauts, il faut le dire, sont tout à fait mineurs en regard de l'énorme masse de renseignements historiques, biographiques, scientifiques et physiques que renferme l'ouvrage, dans une présentation vivante et attrayante, bien rare dans un domaine aussi abstrait. La discussion de certains points essentiels est de qualité exceptionnelle : en particulier le long chapitre sur la définition exacte de la variation contient, sous une forme peut-être un peu diffuse, une argumentation d'une extrême solidité permettant à qui s'en donne la peine de dominer un problème logique assez ardu pour avoir pu embarrasser Lagrange.

Le livre de M. Polak ne s'adresse, semble-t-il, qu'à des scientifiques de profession, étant donné le niveau élevé et l'étendue des connaissances qu'il suppose, du moins pour que la lecture en soit aisée et profitable. Il serait hautement souhaitable qu'il reçût, dans les cercles scientifiques capables de l'apprécier, une diffusion importante, et tout particulièrement en France, où, malgré Maupertuis, Lagrange, Poisson et M. Louis de Broglie, les principes de variation passent à peu près inaperçus dans l'enseignement supérieur de la Mécanique et de la Physique, tandis que bien des auteurs étrangers, comme M. Glaser, en ont tiré le plus grand profit dans des disciplines nouvelles comme l'Optique électronique.

Noël FELICI.

MATHEMATIQUES

BALL (W. W. Rouse). — *A short Account of the History of Mathematics*. — New York, Dover, 1961. 13 × 20, 522 p. Prix : \$ 2.00.

Il s'agit d'un nouveau tirage de la quatrième édition anglaise, 1908, d'un classique de la vulgarisation historique, toujours bon à consulter, comme sont bons à consulter, en langue française, le Montucla, le Bossut ou le Bailly.

Un demi-siècle est cependant passé sur cette quatrième édition. Inutile donc de chercher par exemple chez Rouse-Ball ce qu'il faut savoir aujourd'hui des mathématiques préhelléniques.

Par ailleurs l'auteur, mathématicien de profession se permet — mais

qui ne le fait pas? — quelques libertés avec l'histoire anecdotique, ce que l'on appelle parfois la petite histoire. Ne relevons ici qu'un exemple, celui de Tartaglia : « After the capture of the town [Brescia] by the French in 1512, most of the inhabitants took refuge in the cathedral, and were there massacred by the soldiers. His father, who was a postal messenger at Brescia, was amongst the killed. The boy himself has his skull split through in three places, while his jaws and his plate were cut open; he was left for dead, but his mother got into the cathedral, and finding him still alive managed to carry him off. Deprived of all resources she recollected that dogs when wounded always licked the injured place, and to that remedy he attributed his ultimate recovery... »

Il y a là un bon scénario de film, qui rend bien l'horreur du sac de Brescia par les soldats de Gaston de Foix, mais qui n'est pas exactement conforme aux faits. Tartaglia, comme il le raconte lui-même, était déjà orphelin de père depuis plusieurs années. J'ai d'autre part traduit ailleurs en français le passage des *Quesiti et inventioni diverse* où il décrit la scène, et la thérapeutique utilisée par sa mère : « Ma mère, n'ayant pas la possibilité d'acheter des onguents ni d'appeler un médecin, fut astreinte à me soigner de sa propre main; et non avec des onguents, mais seulement en nettoyant fréquemment les plaies, prenant exemple des chiens qui lorsqu'ils sont blessés ne se soignent qu'en tenant leurs plaies propres avec la langue. »

Pardonnons à un Anglais un contre-sens que Gino Loria commet lui-même, « fu sua madre che, col tenere accuramente pulite le ferite « con la lingua », lo portò a guarigione » (*Storia delle matematiche*, 2^e édition, Milan, 1950, p. 288). Traddutore, traditore! Comme je ne voudrais pas être accusé de ce crime fréquent, je donne la phrase même de Tartaglia, que l'on pourra trouver dans les *Quesiti* ou dans Libri, *Histoire des Sciences mathématiques en Italie* :

« ... mia madre, per non haver così il modo da comprar li unguenti (non che da tuore Medico) fu astretta a medicarme sempre di sua mano; et non con unguenti, ma solamente con el tenermi nettate le ferite spesso, et tolse tal essemplio dalli cani, che quando quelli si trovano feriti, si sanano solamente con el tenersi netta la ferita con la lingua. »

Montucla, notre maître à tous, résume l'affaire fort bien : « Tartalea étoit à Brescia, quand les François revenant de Naples, et ayant gagné la bataille de Fornoue, prirent et saccagèrent cette ville. Il y reçut, quoique très jeune, plusieurs blessures sur la tête, qui le rendirent bête, ce qui lui fit donner le nom de *Tartaglia* ou *Tartalea*. La nature fut son seul médecin; car il n'avoit pas de quoi payer le pansement de ses blessures. » (*Histoire des Mathématiques*, t. I, p. 566, 2^e édition, nouveau tirage, Blanchard, Paris, 1960).

Peut-être pourrait-on reprocher à l'historien du XVIII^e siècle d'avoir mis « nature » pour « amour maternel », mais au moins les soins romantiques et absurdes « avec la langue » sont-ils absents de son récit.

Jean ITARD.

NEWMAN (James R.). — *The world of mathematics. A small library of the literature of mathematics from A'h-mosé the Scribe to Albert Einstein*, presented with commentaries and notes. — Londres, G. Allen and Unwin, 1960, 2^e éd., 4 vol., 14 × 21, 2.536 p., illustrations.

Voilà un très riche ensemble de textes, plus souvent autour des mathématiques que purement mathématiques. Il est agréable de le feuilleter et, à côté des textes pour la plupart très intéressants, il fourmille de précisions et de notes biographiques sur leurs auteurs. Il sera donc particulièrement précieux aux historiens des sciences spécialisés dans les mathématiques des xix^e et xx^e siècles. Mais il sera utile à tous ceux qui aiment les sciences abstraites dans ce qu'elles ont de profondément humain.

Un index de 65 pages permet de se reconnaître dans ce trésor où l'humour anglo-saxon se fait souvent sentir, et où règne, en petite fille capricieuse, l'adorable Alice du Pays des Merveilles.

L'auteur, ou plus exactement l'éditeur, a mis quinze ans à rassembler les textes et à les accompagner d'introductions et de notes. Tous sont ou écrits en anglais, ou traduits dans cette langue, à l'exception de quelques fac-similés comme une page du papyrus Rhind, ou huit pages de la Géométrie de Descartes. On retrouve avec plaisir les deux articles de E. N. Da C. Andrade et de J. Maynard Keynes parus dans l'ouvrage publié par la Royal Society lors du Tricentenaire d'Isaac Newton; et les pages de Bertrand Russell intitulées « My mental development » sont des plus attachantes. Nombreux sont les extraits des études historiques de E. T. Bell et une partie considérable de l'ouvrage est réservée aux probabilités, à la statistique et à la logique.

Au tome II la troisième journée des *Discorsi* de Galilée, de 1636, occupe en traduction anglaise 37 pages. Cette traduction est suivie d'études diverses sur la théorie cinétique des gaz, avec une page traduite de Daniel Bernoulli, sur le problème des longitudes, sur la découverte de Neptune et John Couch Adams, les rayons Röntgen, la cristallographie, le problème de Plateau, la classification période de Mendeléeff, les lois de l'hérédité de Mendel, etc., etc.

Il est impossible de passer tout en revue, que chacun fouille dans le trésor et y trouve sa pâture.

Je voudrais pour ma part ne faire ici qu'une remarque qui a, je crois, son importance. De la page 2376 à la page 2378 figure un article de de Morgan « On some philosophical atheist ». Les mathématiques doivent beaucoup à de Morgan, mais la fin de l'article en question, très souvent reproduite, a fait trop de ravages jusqu'à ce jour pour que l'on n'apporte pas une mise au point.

Voici d'abord ce qu'écrit de Morgan :

« Euler was a believer in God, downright and straight forward. The following story is told by Thiébault, in his *Souvenirs de vingt ans de*

séjour à Berlin, published in his old age, about 1804. This volume was fully received as trustworthy; and Marshall Mollendorff told the Duc de Bassano in 1807 that it was the most veracious of books written by the most honest of men. Thiébauld says that he has no personal knowledge of the truth, of the story, but that it was believed throughout the whole of the north of Europe. Diderot paid a visit to the Russian Court at the invitation of the Empress. He conversed very freely, and gave the younger members of the Court circle a good deal of lively atheism. The Empress was much amused, but some of her councillors suggested that it might be desirable to check these expositions of doctrine. The Empress did not like to put a direct muzzle on her guest's tongue, so the following plot was contrived. Diderot was informed that a learned mathematician was in possession of an algebraical demonstration of the existence of God, and would give it him before all the Court, if he desired to hear it. Diderot gladly consented : though the name of the mathematician is not given, it was Euler. He advanced towards Diderot, and said gravely, and in a tone of perfect conviction : *Monsieur, $(a + b^n)/n = x$, donc Dieu existe; répondez!* Diderot, to whom algebra was Hebrew, was embarrassed and disconcerted; while peals of laughter rose on all sides. He asked permission to return to France at once, which was granted. »

Ayant, sous le titre « Une histoire à dormir debout », fait ressortir, au n° 12 de la revue *l'Enseignement des Sciences*, tout ce qu'avait d'absurde et d'invraisemblable cette histoire désobligeante pour deux très grands hommes, j'ai reçu d'un lecteur, M. Th. Vogel, la lettre suivante :

Mon cher collègue,

Les vacances, puis le travail, sont cause du retard avec lequel j'ai lu votre article sur Diderot et Euler, dans *l'Enseignement des Sciences*. J'ai eu l'impression que vous n'aviez pas le texte de Thiébauld sous les yeux, et, comme je possède ses *Souvenirs*, j'ai voulu m'y reporter. Bien m'en a pris, et je pense vous intéresser en vous citant la version originale de l'anecdote :

« Tout le monde a su, dans le temps, le voyage que Diderot fit en Russie... quelques vieux courtisans, plus expérimentés ou plus faciles à alarmer, représentèrent et persuadèrent à cette souveraine autocrate, que ce genre de prédication pourrait avoir de fâcheux effets, à la cour surtout, où une jeunesse nombreuse, destinée aux premiers postes de l'Empire, saisisait cette doctrine avec plus d'avidité que d'examen. L'Impératrice, frappée de la convenance, de la nécessité même d'imposer silence à Diderot sur ces matières, voulut toutefois paraître n'avoir aucune part aux moyens que l'on emploierait, défendit de faire intervenir l'autorité, mais consentit à ce qu'on annonçât au philosophe français, qu'un philosophe russe, savant mathématicien, et membre distingué de l'Académie, offrait de lui démontrer l'existence de Dieu, algé-

briquement et en pleine cour. Diderot ayant témoigné qu'il serait bien aise d'entendre une démonstration semblable, à la réalité de laquelle au surplus il ne croyait guère, on prit jour et heure. Le moment étant venu, et en présence de toute la cour, c'est-à-dire des hommes, et principalement des jeunes gens, le philosophe russe s'avança gravement vers son adversaire, et du ton de la conviction lui dit : *Monsieur* ($a + b^n)/n = x$; *donc Dieu existe : répondez?* Diderot, indigné, voulut prouver la nullité et l'ineptie de cette prétendue preuve; mais il ressentit malgré lui l'embarras que produit nécessairement sur nous l'évidence d'une sorte de mystification préparée et concertée : il ne put échapper d'ailleurs à la totalité des plaisanteries auxquelles cette scène donna lieu; enfin d'être blessé de cette aventure, à laquelle Catherine ne pouvait être étrangère. Il témoigna du désir de retourner en France... Je ne garantis pas la vérité de tous ces faits; je dis seulement que, dans le temps, ils ont été débités et reçus comme vrais dans tout le nord de l'Europe. »

(Bibliothèque des *Mémoires relatifs à l'Histoire de France pendant le XVIII^e siècle*, t. XXIV, p. 8-9; Paris, Firmin Didot Frères, 1860.)

Je ne puis reproduire le long passage que Thiébault consacre, dans une autre partie de ses *Mémoires*, à Euler; mais il est clair qu'il l'admire, que les « faiblesses » qu'il lui reconnaît sont de pure susceptibilité, et enfin (car il insiste sur sa nationalité suisse) que jamais il ne l'aurait appelé « un philosophe russe ».

Il suffit donc de se reporter à la source de cette ridicule légende pour s'apercevoir, d'une part, que Diderot n'y joue aucun rôle prêtant à sourire, et que l'identification du « philosophe russe » à Euler est gratuite autant qu'elle est invraisemblable...

Veuillez agréer, etc.

Ces précisions seront agréables, je pense, aux amis de la vérité, aux admirateurs de Diderot comme à ceux d'Euler. Elles lavent de tout soupçon de médisance Dieudonné Thiébault, de la Compagnie de Jésus avant sa dissolution en France, protégé de d'Alembert, et premier proviseur du lycée de Versailles.

Jean ITARD.

RYBNIKOV (K. A.). — *Istorija Matematiki*, t. I. — Moskva, Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, 1960. 14 × 22, 192 p., ill [en russe].

Das vom Ministerium für Hoch- und Fachschulen der RSFSR als Lehrbuch für Universitäten zugelassene Werk ist für Studenten der Mathematik aller Richtungen bestimmt, die an der Moskauer Staatlichen Universität im vierten Studienjahr zwei Semester hindurch je zwei Wochenstunden Geschichte der Mathematik zu belegen haben. Der vor-

liegende erste Teil ist für das erste der gen. beiden Semester geschrieben. Der Stoff ist in 15 Lektionen wie folgt aufgeteilt : Lekt. 1) Gegenstand der Mathematik-Geschichte; Lekt. 2) Entstehung der ersten mathematischen Begriffe und Methoden. Die Mathematik des alten Ägyptens und Babylons; Lekt. 3) Erste mathematische Theorien im antiken Griechenland; Lekt. 4) Der axiomatische Aufbau in der Epoche des Hellenismus. Die *Elemente* Euklids; Lekt. 5) Infinitesimal-Methoden im antiken Griechenland. Das mathematische Schaffen des Archimedes; Lekt. 6) Theorie der Kegelschnitte und andere mathematische Theorien und Methoden der Spätantike; Lekt. 7) Besonderheiten der Entwicklung der Mathematik in China und Indien; Lekt. 8) Die Mathematik der Völker Mittelasiens und des Nahen Ostens vom 9. bis 15. Jhdt.; Lekt. 9) Die Mathematik des europäischen Mittelalters und der Renaissance; Lekt. 10) Umgestaltung der Mathematik im 17. Jhdt. Entstehung der analytischen Geometrie; Lekt. 11) Die Vervollkommenung der Rechenmethoden und -Mittel im 17. Jhdt.; Lekt. 12 u. 13) Integral- und Differentialmethoden in der Mathematik des 17. Jhdts.; Lekt. 14 u. 15) Das Erscheinen der Infinitesimalrechnung. Ein so umfassendes Program kann natürlich auf dem sehr begrenzten Platz nur in konzentrierter Form verwirklicht werden; es verdient jedoch hervorgehoben zu werden, dass die Darstellung trotz der Kompression gut lesbar und leicht fasslich ist. Auch einige biographische Daten sind im Text untergebracht, es versteht sich indessen, dass das Lehrbuch problemgeschichtlich orientiert ist. Die Literaturangaben beschränken sich, dem Lehrbuchcharakter entsprechend, auf rd. 60 Titel von Übersetzungen wichtigster Quellen und von Standardwerken der Sekundärliteratur in russischer Sprache. Zahlreiche Abbildungen und einige Porträts auf Tafeln illustrieren das Werk.

Kurt-R. BIERMANN, *Berlin*.

WARUSFEL (André). — *Les nombres et leurs mystères*. — Paris, Editions du Seuil, 1961. 12 × 17,5, 192 p., ill., « Le Rayon de la Science », n° 9.

Charmant ouvrage, dont l'illustration élégante sera déjà en elle-même agréable et utile à l'historien.

Le texte est de la bonne vulgarisation faite par un mathématicien de profession qui, dans l'enthousiasme de la jeunesse, sent la science et fait corps avec elle.

Dans la très longue lignée des *Récréations mathématiques* ce travail gardera toujours une place de choix.

Jean ITARD.

PHYSIQUE ET CHIMIE

BARNARD (Noël). — *Bronze casting and bronze alloys in Ancient China*. — Tokyo, The Australian National University and Monumenta Serica, 1961. 18 × 25 cm., 336 p., 290 fig., 54 pl., 16 tabl., 4 cartes. « Monumenta Serica Monograph », XIV.

La fascinante question des bronzes chinois a suscité surtout des études archéologiques et épigraphiques et quelques rares études techniques. L'auteur de ce beau livre, *Research Fellow* en Histoire extrême-orientale à l'Université Nationale Australienne (Canberra) a essayé de nous donner cette double étude, jusqu'ici rarement entreprise, bien qu'il nous précise dans la préface ne pas être historien de la science et de la technologie et avoir seulement une expérience personnelle de la fonte du bronze au Japon.

Nous sommes ainsi avertis que l'auteur ne limite pas strictement ses recherches à la Chine antique, ainsi que son titre le laisserait croire. Son plan est le suivant :

- 1) Remarques préliminaires (pages 1-6).
- 2) La fonte du bronze et les témoignages littéraires (pages 7-13).
- 3) Les techniques de la fonte du bronze à la lumière de la pratique de la fonte du fer (pages 14-46).
- 4) Les origines et la technique de la fonte du bronze (pages 48-109).
- 5) Les moules sectionnés et la signification du « sectionnement » (pages 110-168).
- 6) Les analyses des bronzes (pages 169-198).
- 7) L'étude de la patine de l'effet corrosif (pages 199-217).
- 8) Conclusions (pages 218-241).

1) *Remarques préliminaires*. L'auteur rappelle l'enthousiasme suscité par les découvertes d'An Yang (1928-1937). On sait que la première découverte sur os et écailles a été faite en 1899 dans les Ruines des Yin (le Roi Pankeng des Chang avait transféré sa capitale à Yin), au village de Siao-touen (An-yang, province du Ho-nan). Des fouilles récentes ont livré la fameuse marmite de bronze *seu mouwou* (700 kg.).

Il critique l'admiration excessive des archéologues occidentaux (W. van Heusden, H. G. Creel, L. Sickman) qui admettent tous que les chefs-d'œuvre des bronziers chang ne peuvent plus être refaits. Il pense au contraire que ceux-ci admireraient, s'ils pouvaient les connaître, les chefs-d'œuvre des bronziers japonais.

2) *La fonte du bronze et les témoignages littéraires* ne nous renseignent pas sur la terminologie des métaux dans la Chine antique, terminologie qui aurait gagné à être précisée puisque le terme *T'ong* (bronze) désigne également le laiton et le cuivre (Cu), *Tche l'ong* ou *Tche-kin* (métal rouge ou l'ong-rouge).

Les documents de base utilisés sont *L'Art de la métallurgie en Chine* et *L'Age du cuivre dans la Chine antique*, par Yozhida Mitsukuni (Tokyo, 1953) et Dono Tsurumatsu (Tokyo, 1932). Liang Tsin (1924) est cité mais l'importante monographie du professeur Yuan Han Tsing, *Tchong kouo Houa-hiue che louen-wen-tsi*, recueil d'articles sur l'Histoire des Sciences chimiques en Chine (301 pages, Pékin, 1956) est omise (1).

Les témoignages littéraires se résument au *K'ao Kong ki l'ou* (Mémoire illustré sur l'artisanat), orthographié (page 9), *K'ao kou ki-l'ou* (Mémoire illustré sur l'archéologie), attribué à Tai Tchen (1723-1777).

Des recherches de Liang Tsin et de Tai Tchen, l'auteur extrait six formules d'alliage d'étain et de bronze (en réalité 8) qui sont employées dans les proportions suivantes :

<i>Cuivre</i>	<i>Etain</i>
1	1
2	1
3	1
3	2
4	1
5	1
5	2
6	1

Les résultats seront repris dans le sixième chapitre.

3) *La technique de la fonte du bronze* est étudiée à la lumière de la fonte du fer. Ce chapitre débute donc par un tableau de la métallurgie dans la Chine ancienne dans lequel l'auteur établit une liaison étroite entre la métallurgie du bronze et celle du fer. Il est illustré par une carte des gisements de fer connus à la période des Royaumes Combattants et à la période Han. Il soutient la thèse que la fonte du bronze a précédé celle du fer, connue vers le v^e siècle avant Jésus-Christ, et lui a servi de modèle et qu'il y a une certaine analogie entre l'évolution générale de la métallurgie en Occident et en Extrême-Orient. La fonte du fer nécessitait une température supérieure à 1.500° et l'emploi d'argiles, de bonne qualité pour faire des creusets et des fourneaux; l'usage

(1) TSIEN PO TSAN, CHAO SIUN-TCHENG et HOU HOVA : *Histoire générale de la Chine (Tchong-kouo li che kai-yao)*, page 2. Agence d'Édition du Peuple, 1956.

HSIANAI : *Archaeology in New China*. Deputy-Director Institute of Archaeology Chinese Academy of Sciences. *People's China*, April 1956, n° 8.

KOU MO JO : *Recherches sur la Société chinoise dans l'Antiquité (Tchong kouo koa tai che-houei yen-kieou)*, 345 pages. Agence d'hygiène du Peuple, 1^{re} édition, 1954.

Cf. *Terminologie de la Minéralogie*. Publication de l'Académie des Sciences. Édition Pékin, 1954, 141 pages.

de charbon, et de soufflets puissants. De nombreuses figures nous montrent des moules pour fondre des objets en fer (la plupart étaient en effet fondus); des reconstitutions de soufflets en bois et en cuir et des reconstitutions de soufflets à double effet dont l'existence sous les Han postérieurs paraît certaine.

La possibilité de soufflets actionnés hydrauliquement est également admise. Mais les reconstitutions sont empruntées à des sources classiques bien postérieures :

- 1° L'exploitation des travaux de la nature (*T'ien-kong k'ai wou*), par Song Ying-Sing (1637).
- 2° Le *Nong-chou* (Traité d'Agriculture), de Wang-Tchen (1313).
- 3° *Nong-tch'eng ts'iuan-chou* (Traité complet d'Agriculture), de Siu Kouang Ki.
- 4° *Kou-kin-l'ou-chou-tsi-tch'eng* (Synthèse des ouvrages anciens et modernes).

4) *L'origine et la technique de la fonte du bronze* a été très discutée. Mais l'auteur ne désire pas intervenir dans le débat ouvert pour savoir si une influence occidentale chang ou pré-chang a pu porter sur les bronziers chinois. Il admet cependant que ceux-ci créèrent leur industrie sans apports étrangers en utilisant les techniques de leurs prédécesseurs, les céramistes néolithiques dont la technique était déjà très avancée.

Une carte des gisements d'étain et de cuivre permet de voir qu'Anyang et sa périphérie étaient le site le plus privilégié à cet égard. Le minerai, assez divers, était représenté par du cuivre naturel mais aussi par des minerais moins purs : cuprite (Cu_2O), malachite (CuCO_3), azunite (2CuCO_3), chalcocite (Cu_2S), bornite (Cu_5FeS_4), covellite (CuS), etc. Son conditionnement, sa réduction et son raffinage sont successivement étudiés.

Les creusets étaient de plusieurs types suivant qu'ils étaient placés directement dans un lit de charbon incandescent ou, au contraire, disposés sur un support ne permettant aucun contact immédiat entre le foyer du fourneau et le creuset. Certains creusets étaient simples. D'autres étaient reliés aux moules par une canalisation souterraine. Plusieurs types de fourneaux sont également décrits, ainsi que des modèles de moules en argile. Ces moules pluri-segmentaires étaient munis d'évents. La connaissance de la technique de la cire perdue n'est pas prouvée aux hautes époques mais il est difficile d'admettre que les plus beaux bronzes aient pu être obtenus autrement. On peut donc penser qu'elle aurait été particulièrement employée de 200 avant Jésus-Christ à 600 après Jésus-Christ. Il s'agirait pour l'auteur d'une technique venue du Sud et probablement de l'Inde, car les pièces les plus anciennes ainsi réalisées viennent du Yunnan.

Comme dans le chapitre précédent, des planches de l'époque Ming empruntées au célèbre *Tien Kong kai-wou* sont reproduites.

5) *Un chapitre, réservé aux moules plurisegmentaires*, étudie le problème particulier des jointures de leurs différents segments et donne l'exemple du *Tso-Tch'e Ling-Yi* conservé à la *Freer Gallery of Art*.

Les surfaces en contact sont rarement planes mais parcourues par des dépressions et des saillies qui se correspondent pour augmenter la cohésion des segments. Pour chaque type de bronze, un assemblage spécial était prévu dont l'auteur donne d'excellents schémas. On sait que les principaux types de bronzes *Tcheou* sont : le *Kou* (il suggère le dragon, la cigale, le buffle, le mouton, les serpents, les oiseaux, etc.); le *Kia* (récipients de 4 pieds); la série des vases tripodes (*tsio-ting* et *li*). On rencontre souvent des formes zoomorphiques comme le *l'ao t'ie*.

Une série de belles planches hors texte qui donnent une idée de la décoration des chaudrons ou tripodes de la Chine Antique. C'est déjà un art achevé dont quelques musées (National Gallery de Victoria, Freer Gallery of Art de Washington, Nezu Bijutsukan, Tokyo, etc.) ou quelques collectionneurs (M. Kenneth Myer, Melbourne; professeur Mizuno Seiichi, etc.) possèdent de beaux modèles.

6) *Analyse chimique des bronzes*. Parmi les nombreux travaux connus sur ce sujet, l'auteur cite ceux de M. Gettens R. S. (Some Observations concerning the lustrous surface on certain ancient Eastern Bronze Mirrors. *Technical studies in the Field of Fine Arts*, July 1934); Corrosion Products of an ancien chinese Bronze, *Journal of Chemical Education*, vol. 28, Feb. 1951); et les 14 analyses de M. Matsuno Tadashi (1921) dont il donne les chiffres.

De très nombreuses tables indiquent les résultats enregistrés jusqu'à présent par les chimistes occidentaux et qui mériteraient une comparaison détaillée avec les recettes chinoises indiquées au premier chapitre. Les analyses de la patine et du bronze sous-jacent se sont montrées légèrement différentes. Dans les bronzes anciens, on a trouvé des éléments nombreux et de proportions variables. Le cuivre, l'étain, le plomb, le nickel et l'arsenic, quelquefois le fer, le soufre, des traces d'or, d'argent, de cobalt et de manganèse ont été décelés. Il semble que l'emploi du zinc et du plomb était voulu pour obtenir certaines variétés de bronze et que ces deux métaux auraient été connus dès le début de notre ère. Mais les quantités employées étaient infimes. Elles ont augmenté considérablement à partir des Song. La présence de ce métal peut donc permettre de dater un bronze chinois et déceler des faux. Par exemple, dans les bronzes Chang on ne trouve pas de zinc et pas plus de 3 % de plomb.

7) L'étude de la patine (oxydation naturelle ou artificielle du bronze qui se couvre de vert de gris ou carbonate de cuivre) n'a pas été négligée. L'auteur fait, en plus de l'oxydation, une place considérable aux moules de sables entourant le moule d'argile et dont il donne la composition variable, suivant que le sable vient du Kansou, du Chansi

ou du Honan. Là encore, l'analyse chimique et l'étude microscopique et spectrographique peuvent permettre de déceler des faux, porteurs de patines artificielles.

8) *Conclusions*. Elles comprennent une étude d'ensemble des formes et des inscriptions des bronzes anciens chinois.

Deux copieux appendices dont l'un consacré à la technique de la cire perdue; une bibliographie répartie en 3 sections et un index terminent cet ouvrage agréable à lire, bien illustré et qui sans être exhaustif contient une documentation très riche. Il sera consulté avec profit par tous ceux qui s'intéressent à la question des bronzes chinois.

P. HUARD et WONG.

MCDONALD (Donald). — *A history of platinum from the earliest times to the eighteen-eighties*. — Londres, Johnson Matthey, 1961. 18 × 22 cm., 254 p., nombreuses figures.

Il s'agit d'un ouvrage extrêmement bien documenté mais rédigé surtout du point de vue de la fabrication industrielle et de la technique métallurgique.

Le platine n'était pas inconnu des vieilles civilisations eurafricaines puisque Marcelin Berthelot (1901) en identifia un minuscule fragment natif (contenant un peu d'or et d'iridium) dans un étui thébain daté du VII^e siècle avant Jésus-Christ.

L'orfèvre égyptien l'avait probablement pris pour de l'argent. En Amérique du Sud, les Indiens précolombiens connaissaient les gisements platinifères des rives de l'Equateur et en faisaient des bijoux.

Les Espagnols apprirent à connaître un métal nouveau ressemblant à de l'argent (*plata*), qu'ils nommèrent *platina*. Mais c'est seulement au XVIII^e siècle, à l'occasion de la grande expédition scientifique franco-espagnole (1736) que Don Antonio de Ulloa (1716-1795), officier de la marine espagnole, parla du platine dans le récit de voyage qu'il publia en collaboration avec Don Jorge Juan (1748). C'est la première fois que le platine de la Nouvelle Grenade était mentionné par un auteur européen. Dès lors, le nouveau métal fut connu de tous les savants occidentaux. En 1777, une nouvelle expédition franco-espagnole, avec Joseph Dombey (1742-1794) ramena en France 37 livres de platine.

A partir de ce moment, les chimistes étudient le nouveau métal en Angleterre, en Suède, en Espagne, en Allemagne et en France et parviennent à définir ses principaux caractères. A ces recherches sont attachés les noms de Lewis, Scheffer, Marggraff, Macquer et Baumé, Lavoisier et Olaf Bergman.

Ces travaux furent continués par Guyton de Morveau (1731-1816), J.-B. Romé-de l'Isle (1736-1790), le comte Carl de Sickingen (1737-1791) et le comte de Milly (1728-1784).

Mais déjà des essais de métallurgie sur le plan industriel avaient été faits en Espagne, par Don Fausto de Elhuyar (1755-1833), Pierre F. Chabaneau (1754-1842) et Joseph-Louis Proust (1754-1826). L'accession des colonies espagnoles à l'Indépendance et les guerres franco-espagnoles anéantirent ces efforts à peu près contemporains de ceux des orfèvres français et en particulier d'Etienne Janety (+ 1823) et de son fils. C'est à lui que l'on doit la construction du mètre-étalon, du kilogramme-étalon (1795) et d'une série de médailles officielles allant du Premier Consul jusqu'au duc de Bordeaux. Ainsi s'était constituée une technique française de métallurgie du platine avec Vauquelin, l'abbé Rochon (1741-1817), etc. Elle fut décrite par Baruel.

Bien entendu il y eut également une technique anglaise du platine, avec William Allen (1805), Th. Cock, Wollaston et Johnson. Des alliages d'argent et de platine furent employés à la décoration des armes (platine des fusils) et le platine pur à celle des porcelaines.

La découverte du platine russe (1819) eut une grosse importance pratique. Elle stimula la naissance d'une métallurgie du platine, industrie d'état surtout centrée sur la frappe des monnaies. Elle ne fut pas durable. Mais cette exploitation minière ravitailla presque entièrement jusqu'en 1914 les firmes allemandes, anglaises et françaises en matière première. Les spécialistes du platine russe furent le comte Apollon Mussin Rushkin (1760-1805), Pyotr Grigorievich Sobolevsky (1781-1841) et M. M. Jacobi (1801-1874).

Depuis longtemps, on savait que le platine traité par l'eau régale donnait un résidu insoluble dont les propriétés avaient intrigué Vauquelin et von Sickingen. Smithson Tennant (1761-1815) y découvrit l'osmium et l'iridium. Le rhodium (1804) et le palladium (1802) furent découverts par Wollaston (1802). Karl Karlovich Claus, professeur à Kazan, puis à Dorpat, découvrit, ultérieurement, le ruthénium.

Kankrin (1775-1845) envoya une demi-livre de platine de l'Oural à Berzelius et 4 livres à Osann (1796-1866). Le premier envoi fut extrêmement payant car il permit à Berzelius de donner les caractéristiques comparées du platine, de l'osmium, de l'iridium, du rhodium et du palladium.

Joh. W. Döbereiner (1780-1849), professeur à Iéna, démontra le pouvoir catalytique de la mousse de platine dont F. Kühlmann fit la première application industrielle.

Avant 1880-90, la métallurgie du platine est l'affaire de savants et elle sort peu de leur laboratoire.

Après 1880-90, la métallurgie du platine est entrée dans la phase industrielle, grâce aux travaux de H. Sainte-Claire Deville (1818-1881) et de J. H. Debray (1827-1888) sur le raffinage de ce métal. Les principales raffineries européennes furent Desmontis et Quenessen à Paris; Johnson Matthey et Cie à Londres et Heraeus à Hanau.

La production sud-américaine (Colombie, Brésil) fut peu importante pendant le xix^e siècle. La découverte de gisements platinifères au Mexique et en Californie fut plus payante. Une industrie du platine se

développa aux U. S. A. grâce à Wolcott Gibbs (1822-1908) et Joaquim Bishop (1806-1886). Ultérieurement des groupes européo-américains se constituèrent.

De 1900 à 1950 de nouveaux gisements ont été découverts en Alaska et dans l'Afrique du Sud. Leur histoire n'a pas été retenue dans le présent volume qui met à la disposition de l'historien des Sciences une documentation excellente sur l'histoire du platine.

P. HUARD.

BLEICH (Alan Ralph). — *The story of X-Rays from Röntgen to Isotopes*. — New York, Dover Pub., 1960. 13,5 × 20,5, XIV-186 p. \$ 1.35.

Ce livre est accessible à tous les lecteurs qui n'y rencontreront aucune difficulté technique.

Une trentaine de pages est consacrée à la partie historique (découverte des rayons X en novembre 1895, personnalité de Roentgen, évolution des tubes qui fonctionnent maintenant partout sous des millions de volts, explication sommaire du mécanisme d'émission du rayonnement).

La suite de l'étude s'attache aux applications dont les premières en date touchent le domaine médical; cette partie, la plus importante dans ce volume, est illustrée d'une trentaine de clichés (fractures du squelette qui sont les plus faciles à détecter en radiographie, mais aussi poumon, cœur et vaisseaux, organes du tube digestif et de l'appareil génital, et même aujourd'hui exploration du crâne, qui ont permis de poser de précieux diagnostics pour le chirurgien); un chapitre entier est consacré au cancer.

Mais l'auteur, bien qu'attaché au *New York medical College*, n'omet pas l'utilisation des rayons X dans les domaines les plus divers : recherche des techniques des peintres célèbres permettant de décider de l'authenticité d'œuvres fameuses, et à ce propos rappelle-t-il l'histoire savoureuse des faux Vermeer de la collection Gøering; dans le même ordre d'idées, détection des contrefaçons intéressant les collectionneurs de timbres. Par ailleurs, l'étude des momies a permis la création d'une nouvelle science : la paléopathologie; enfin, structure interne d'objets divers (fleurs, coquilles...), étude systématique des défauts de matériaux livrés par les industries métallurgiques, connaissance approfondie de la structure cristalline et moléculaire des corps, et plus récemment recherches de production de roentgennogrammes en couleur et de dispositifs de stéréoradiographie sont de première importance.

Pour terminer, quelques pages sur les dangers des rayons dont ont été fréquemment victimes les premiers chercheurs, et, sur les utilisateurs actuels des rayons. Tout ceci n'est évidemment qu'un survol en moins de 200 pages, mais une bibliographie de langue anglaise pourra satisfaire le lecteur qui cherche plus de détails sur les points qui retiennent son attention.

Enfin, un glossaire rassemble un certain nombre de termes techniques permettant de n'avoir pas recours au dictionnaire où ceux-ci ne se trouveraient d'ailleurs pas toujours.

M. COURTIN.

FULTON (John F.). — *A bibliography of the Honourable Robert Boyle, fellow of the Royal Society.* — Oxford, Clarendon Press, 1961, 2^e ed. 26 × 20, XXVI-219 p., front., 26 pl.

La révolution scientifique du xvii^e siècle continue d'inspirer aux historiens des sciences un légitime et profond intérêt. Au moment où la Société royale de Londres vient de fêter le tricentenaire de sa fondation, M. John Fulton fait paraître une nouvelle édition de son ouvrage consacré à Robert Boyle, l'un des créateurs de cette illustre compagnie.

En Robert Boyle (1627-1692), physicien, chimiste, médecin et physiologiste, un certain mysticisme s'allie curieusement à un esprit scientifique de premier ordre pour faire de ce grand seigneur un théologien averti en même temps que l'un des premiers savants de son époque : il est à la fois l'auteur de *Seraphick love* (1659) et de *The sceptical chymist* (1661).

Avec la collaboration de Robert Hooke, il perfectionne la pompe pneumatique d'Otto de Guericke, l'auteur de l'expérience fameuse dite des « sphères de Magdebourg », et lui donne cette forme désormais classique sous laquelle elle figurera, au xviii^e siècle encore, dans tous les cabinets de physique. De nombreuses découvertes suivent ces perfectionnements : dès 1660, dans sa première œuvre scientifique intitulée *New experiments physico-mechanicall touching the spring of the air...*, Boyle formule la loi de Mariotte seize années avant la parution de *L'Essai sur la nature de l'air* du célèbre abbé physicien. Il détruit la croyance au rôle de l'air dans l'attraction magnétique, fait divers essais sur la combustion et la respiration.

Dans le domaine, encore nouveau alors, de l'analyse chimique par voie humide, il est le premier à utiliser les réactifs colorés pour distinguer le caractère acide ou basique des solutions. Il étudie la composition des eaux minérales, découvre le phosphore en même temps que Brand et Kunckel, se livre à de nombreuses expériences sur la distillation.

Ces travaux, cités parmi beaucoup d'autres, lui confèrent un prestige européen et les traductions latines de ses ouvrages assurent à son œuvre une large diffusion sur le continent. Il a d'ailleurs, de 1639 à 1644, parcouru la France, étudié à Genève, voyagé en Suisse et en Italie, se liant à plusieurs hommes de sciences et philosophes dont Mersenne, Descartes et Spinoza. Durant le gouvernement de Cromwell, il continue de correspondre avec l'Europe savante, si bien que, membre fondateur de la Société Royale, il jouera longtemps dans cette académie le rôle de secrétaire chargé des relations avec l'étranger.

L'ouvrage que nous signalons ici et qui porte la mention « second edition », reprend en réalité trois publications antérieures : le texte original publié en 1932 (1), et deux addenda parus en 1933 (2) et 1947 (3).

A ces trois publications s'ajoutent les matériaux édités sous diverses signatures ou découverts par l'auteur entre 1947 et 1961. Le tout forme un répertoire à peu près exhaustif des écrits de Robert Boyle et des travaux qui lui ont été consacrés.

Une partie préliminaire est constituée par la préface de l'auteur à la présente édition, de larges extraits de celle de 1932 et de l'introduction au premier addendum de 1933. En dehors des notations relatives à l'utilisation du livre, on trouve dans ces pages d'utiles renseignements sur le sort réservé à la bibliothèque de Boyle — on sait maintenant qu'elle fut dispersée en vente publique —, et sur un remarquable buste, dû au sculpteur John Michael Rysbrack (1693-1770), dont une reproduction est donnée en frontispice : dans ce magnifique travail, plus encore que dans le portrait souvent reproduit de Kerseboom, revit l'aristocratique visage de Boyle, au sourire un peu mélancolique.

La bibliographie proprement dite est répartie en quatre grandes divisions : les trois premières recensent les œuvres de Boyle, divisées en Ouvrages séparés (A), Contributions à diverses publications (B), Œuvres complètes ou choisies (C); la quatrième (D) est un inventaire des travaux consacrés à Boyle et son œuvre.

Dans la partie A, quelques enrichissements sont à signaler par rapport à l'édition de 1932 et ses addenda. C'est le cas, notamment, de la première publication du savant britannique, *An invitation to a free and generous communication of secrets and receipts in physik*, parue en 1655 et découverte par Miss Margaret E. Rowbottom, il y a une dizaine d'années, à la Yale Medical Library de New Haven (Connecticut). Quarante-trois ouvrages, au total, rangés dans l'ordre chronologique des premières éditions, figurent dans cette partie. Chacun d'eux est l'objet d'une notice historique et bibliographique suivie de la description des différentes éditions, traductions, contrefaçons, etc. Cette description, aussi minutieusement faite que celle des plus précieux incunables, est servie par une typographie très claire en dépit de sa diversité. Dans la plupart des cas, elle doit dispenser le bibliographe ou le collectionneur de recourir au volume lui-même qui est souvent fort rare.

Ce recours éventuel est d'ailleurs largement facilité. M. John Fulton a en effet recensé, pour chaque état de chaque œuvre, les principales collections publiques ou privées où on peut actuellement le trouver. Cent onze bibliothèques, la plupart anglo-saxonnes, ont été ainsi explorées avec fruit sur les deux continents. Dans ce patient travail de localisation, l'auteur n'a pas cherché à être complet quoiqu'une attention

(1) *Oxford bibliographical Society proceedings and papers*, vol. III, 1^{re} partie, 1932, p. 1-172.

(2) *Ibid.*, vol. III, 3^e partie, 1933, p. 339-365.

(3) *Oxford bibliographical Society publications*, nouvelle série, vol. I, 1947, p. 33-48.

particulière ait été donnée à certains livres rares, notamment à la première édition de *The sceptical chymist*. Il a simplement voulu orienter le lecteur vers un certain nombre de bibliothèques, choisies de façon à représenter l'aire géographique la plus large possible et donc à limiter les déplacements.

La description des œuvres séparées de Boyle forme la plus importante partie du livre de M. Fulton. Elle occupe les numéros 1 à 197 et comprend en réalité deux cent soixante-neuf notices car soixante-douze variantes de tirage sont simplement signalées par les lettres *a*, *b*, *c*, etc., ajoutées au numéro de l'édition-mère, resté inchangé.

Les parties B (contributions de Boyle à diverses publications) et C (œuvres complètes ou choisies) bénéficient de la même méthode de travail et de la même présentation typographique que les œuvres séparées. On trouve dans la première les trente-sept mémoires de Boyle publiés dans les *Philosophical transactions* de la Société royale de Londres; dans la seconde, l'auteur a donné un dépouillement complet, volume par volume, des diverses éditions des œuvres. Les deux parties occupent les numéros 200 à 250, comprenant deux cent soixante et une notices.

Sous le titre « Biography and criticism », la partie D est formée de trois éléments distincts : d'abord, une liste de trente-huit ouvrages dédiés à Boyle par leurs auteurs, dont le premier est l'*History of generation* de Nathaniel Highmore, publiée en 1651 alors que le futur grand savant, âgé de vingt-quatre ans seulement, n'a rien publié encore (numéros 251 à 298); puis, les éloges funèbres et élégies (numéros 299 à 311); enfin, les ouvrages ou articles de périodiques, consacrés à Boyle et son œuvre, classés dans l'ordre chronologique et couvrant la période 1661-1960. La description bibliographique des ouvrages n'y est suivie d'aucune note critique. Dans cette longue suite de titres (numéros 312 à 541), on est frappé de la rareté des travaux français parmi lesquels on ne trouve guère que les notices déjà anciennes de Cap (1856) et de Hoefer (1865).

Aux quatre parties de son ouvrage, M. Fulton a joint deux appendices. Le premier recense les « Boyle's lecture sermons » : parmi les dernières volontés de Boyle figurait en effet celle, appuyée d'un legs, de voir chaque année prononcer à Londres huit sermons « to prove the truth of the christian religion against notorious infidels, atheists, theists, pagans, jews and mahometans ». L'auteur dresse un état des prédicateurs connus et des sermons publiés depuis 1692 jusqu'à 1961 inclus, dans lequel sont comblées quelques lacunes de la précédente édition.

Le second appendice énumère les « Conférences Robert Boyle » fondées en 1892 par la Société scientifique de l'Université d'Oxford. Ces conférences annuelles, qui traitent de sujets purement scientifiques, n'eurent pas lieu en 1898 ni en 1901, et furent interrompues par les deux guerres mondiales de 1913 à 1919 et de 1940 à 1947. Cinquante-six orateurs se sont succédé de 1892 à 1960 et sont mentionnés avec le titre de leurs leçons. Parmi eux figurent quelques savants illustres, Sir William Ramsey et Lord Rutherford par exemple.

L'ouvrage, vrai monument de patience et d'érudition, se termine par un excellent index alphabétique général. L'auteur a eu l'heureuse idée d'y faire figurer les œuvres de Boyle sous leur titre exact, souvent long et compliqué, et aussi sous le titre abrégé habituellement employé.

L'illustration est de la même qualité que le texte. Au frontispice déjà signalé s'ajoutent vingt-six planches, représentant pour la plupart des pages de titres d'éditions rares, qui sont d'un grand intérêt bibliographique.

Yves LAISSUS.

FIGUROVSKIJ (N. A.). — *Leben und Werk des Chemikers Tobias Lowitz 1757-1804*. — Berlin, Akademie Verlag, 1959. 17 × 24, X-159 p. DM 19.50.

Ce livre fait partie de la série « Sources et études pour l'Histoire de l'Europe de l'Est », éditée sous la direction de E. Winter. Le but de cette série est d'étudier la rencontre des sciences russe et allemande au XVIII^e et XIX^e siècle. Le sujet de ce livre correspond parfaitement au but de la collection puisque Tobias Lowitz, né à Göttingen en 1757 et mort en Russie en 1804, montre très bien par sa vie et ses œuvres les liens entre les Universités de l'Allemagne et l'Académie de Saint-Petersbourg.

L'original de ce livre a été rédigé en russe par Nicolai I. Figourovski, directeur de l'Institut d'Histoire des Sciences et des Techniques de l'Académie des Sciences de Moscou et excellent spécialiste de l'histoire de la Chimie. La traduction allemande est bien faite par E. Bibow.

Le livre contient d'abord une biographie de Tobias Lowitz, physico-chimiste et pharmacien éminent qui est trop souvent oublié dans les ouvrages modernes (surtout français et anglo-américains).

La meilleure et la plus importante partie du livre est l'exposé de l'œuvre scientifique de Lowitz, qui comprend ses investigations concernant l'adsorption, la cristallisation, l'analyse chimique, la minéralogie, la préparation de l'acide acétique, de l'alcool et de l'éther sulfurique purs, et la chimie du sucre. Les travaux de Lowitz sur les phénomènes de surface et sur les colloïdes ont une importance particulière.

Ce livre s'achève par une excellente bibliographie et par la transcription d'une série de documents et de lettres.

M. D. GRMEK.

SCIENCES DE LA NATURE

DARWIN (Charles). — « Darwin's Notebooks on Transmutation of Species. — Part III. Third Notebook July 15th 1838-October 2nd 1838 ». — Edited with an Introduction and Notes By Sir Gavin DE BEER. In *Bulletin of the British Museum (Natural History) Historical Series*, London, 1960, vol. 2, no. 4, p. 119-150.

The British Museum (Natural History) has undertaken the task of publishing Darwin's early notebooks on the species question and is thereby making available to historians of science documents of immense value. In these notebooks one can see Darwin's mind struggling to cope with multitudes of interesting but awkward facts and groping towards the solution of problems which it was first his task to formulate and define. This third notebook is of special interest because it presents a record of Darwin's mind and reading during the second summer after his return from the voyage of the Beagle in October, 1836. It was a time when his thoughts were ripening and his ideas were beginning to fall into place. The notebook ends just before he began to read Malthus, *Essay on the Principle of Population* on October 3, 1838 — a book which had the effect of crystallizing his ideas almost immediately. He realized not only that every species was subject to natural selection, but that natural selection was a force continuously and insistently at work to produce those phenomena which had previously most puzzled Darwin, namely, the exact and beautiful adaptations of plants and animals to their environments and ways of life.

In an admirably clear introduction Sir Gavin de Beer shows from the evidence of this notebook that, before he had read Malthus, Darwin had discovered the principle of natural selection and had realized that it was at work in the formation of new species. Furthermore he saw the parallel between natural selection and the action of artificial selection upon domesticated animals for he realized that the differences between different breeds of cattle might exceed the differences between cattle and bison. The effect of Malthus' mathematical demonstration of the disparity between the tendency of a population to increase geometrically, and its food supply to increase only arithmetically, was to demonstrate the force and magnitude of natural selection in a way which is perhaps comparable with the effect of William Harvey's quantitative estimates of the output of the heart upon the discovery of the circulation of the blood. Just as it was one thing to show that the blood circulated and another to show that this circulation was a veritable torrent of blood rushing through all parts of the body, so it was one thing to show that natural selection was an operative factor and another to show that it was operating always and inevitably.

Because of their status as primary documents and because of their careful annotation these notebooks as now published must be consulted by any scholar interested in the development of Darwin's thought or by any biologist curious as to the internal structure of his own assumptions.

Leonard G. WILSON,
Yale University, New Haven.

MAYERHOFER (Josef). — *Lexikon der Geschichte der Naturwissenschaften...* B. I, II. — Wien, Brüder Hollinek, 1961. 15,5 × 22, 129-288 S. D.M. 15.

Il faut saluer avec beaucoup de plaisir et d'intérêt la publication des deux premiers fascicules de ce lexique d'Histoire des Sciences qui une fois entièrement imprimé comprendra environ 900 pages de texte.

Malgré son titre, cet ouvrage considère aussi bien les sciences mathématiques, physiques et naturelles que la Médecine. C'est donc un ouvrage qui sera indispensable à tout historien des sciences.

Le premier fascicule comprend en une centaine de pages un abrégé en 12 chapitres de l'histoire des sciences depuis le Paléolithique à nos jours où l'essentiel est dit et pour lequel il convient de féliciter très vivement le Dr Mayerhöfer de la *Nationalbibliothek* de Vienne.

Puis on trouve dans le même fascicule le début du lexique (de Aachen à Achard) qui comprend de courtes bio-bibliographies des principaux savants et des substantifs concernant les sciences (noms d'êtres vivants, de corps chimiques, de phénomènes physiques, d'appareils, de villes universitaires, etc.).

Dans le second fascicule (de Acharius à Aryabhata), il faut noter l'important article sur Aristote (p. 259-275) qui est extrêmement bien documenté. On remarque toutefois l'absence de plusieurs noms : le savant arabe Al-Damiri, les médecins français Nicolas Andry (1658-1742), Jean-Louis Alibert (1768-1837), le médecin et naturaliste italien Prospero Alpino (1553-1617) ne sont pas cités.

Malgré ces quelques omissions ce lexique est dans l'ensemble très complet et on attend avec un vif intérêt la parution des prochains fascicules.

Jean THÉODORIDÈS.

JACQUEMONT (Victor). — *Découverte de l'Inde éternelle. Correspondance (1828-1832)*. Introd. et notes d'André LÉBOIS. — Paris, La Colombe, 1961. 13,5 × 20, 318 p. 14 NF.

On trouve dans ce volume un choix de lettres du naturaliste, voyageur et épistolier Victor Jacquemont (1801-1832) mort prématurément au cours d'une mission effectuée dans l'Inde pour le compte du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Dans une introduction (p. 7-27) écrite dans un style très brillant, M. A. Lebois retrace la vie et la personnalité de ce stendhalien de la première heure, ami de Mérimée et adepte des *happy few*. Le préfacier l'a parfaitement bien défini : « explorateur... réfléchi et humain, impavide et juste, lucide et idéaliste... ».

On se doit toutefois de signaler ici quelques inexactitudes ou omissions : Jacquemont n'est pas mort à Bombay d'une « tumeur du foie » mais d'un abcès hépatique d'origine amibienne, affection parasitaire qui empêche de répondre positivement à la question : « Quel médecin me prouvera que cette rechute de son pays n'a pas tué Jacquemont ? » que pose A. Lebois, faisant allusion aux déceptions politiques des Français après 1830.

Mais ce qui étonne le plus dans cet ouvrage paru en juillet 1961 c'est de n'y trouver aucune mention des deux très importants ouvrages publiés sur Jacquemont respectivement en 1959 par le Muséum d'Histoire Naturelle (461 p., 51 pl. h. t.) et en 1960 par J. F. Marshall (Lettres à Achille Chaper, 264 p. Cf. ces *Archives*, n° 52-53, p. 312-314).

Si A. Lebois en avait eu connaissance il n'aurait pas écrit : « Sa correspondance... est considérable, bien qu'une partie, dont cent lettres à Achille Chaper n'ait pas été retrouvée » (1).

Ajoutons qu'on aurait aimé trouver un index des principaux personnages cités dans ces lettres qui n'ont rien perdu de leur fraîcheur plus d'un siècle après avoir été écrites.

Jean THÉODORIDÈS.

MEDECINE

PERAZZI (Francesco). — *Ippocrate*. — Torino, Edizioni Minerva Medica, 1961. 16 × 21,5, 231 p. L. it. 3.000.

Ecrire un nouveau livre sur Hippocrate, quelle entreprise séduisante et hardie ! L'auteur a très bien rempli sa tâche, rendue à la fois facile et difficile par l'abondance de la bibliographie sur ce sujet.

Le livre se compose de deux parties. La première est consacrée à une évaluation de la vie et de la personnalité d'Hippocrate et à des considérations sur le *Corpus Hippocraticum*. L'auteur rapporte tous les témoignages classiques de la vie d'Hippocrate, dans une traduction italienne soignée, et en tire des conclusions sobres et prudentes.

Le fait est bien connu que nous savons, malheureusement, trop peu sur le véritable personnage du Sage de Cos. Il reste sous le voile de l'hagiographie « médico-historique ». Sous le nom d'Hippocrate se cris-

(1) Signalons également deux erreurs dans les notes infrapaginales : p. 127, note 1 : Il s'agit de l'*Astrolabe* et non de l'*Astrobale* (sic); p. 288 : Jaubert, que cite Jacquemont est son grand ami Hippolyte Jaubert (1798-1874), homme politique et botaniste et non Pierre Jaubert, orientaliste et député (1779-1847).

tallisent presque la totalité des écrits médicaux grecs des v^e et iv^e siècles avant Jésus-Christ qui sont parvenus jusqu'à nous. Dans une mise au point, peu avant sa mort, Henry E. Sigerist a précisé ce qui nous est acquis avec certitude de la vie d'Hippocrate (voir *Gesnerus*, 10, 19-25, 1953). Notons que les opinions de Perazzi, bien que formées par une voie indépendante, coïncident en grande partie avec celles de Sigerist.

Il nous semble que cet ouvrage aurait gagné en valeur si l'auteur avait inclus, parmi ses sources, le passage extrêmement important d'*Anonymus Londinensis*.

La deuxième partie est consacrée à la traduction et à l'analyse détaillée et comparative du *Pronostic I*. C'est un apport original à l'interprétation de l'œuvre hippocratique.

Il faut féliciter l'auteur d'avoir suivi les méthodes minutieuses de la philologie classique. La présentation du livre est impeccable.

M. D. GRMEK.

CLARKE (Robert). — *Claude Bernard*. — Paris, Seghers, 1961. 13,5 × 16, 221 p. Coll. « Savants du Monde entier », n° 6.

Ce petit ouvrage bien présenté donne une bonne idée d'ensemble de la vie et de l'œuvre scientifique du célèbre physiologiste français.

La première partie (p. 9-134) est consacrée à la biographie de Cl. Bernard et à ses idées scientifiques et philosophiques.

La seconde partie (pp. 137-221) est un choix de textes allant de la curieuse pièce *Arthur de Bretagne* au posthume *Cahier Rouge* en passant par la célèbre *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, complété par quelques extraits de lettres de Cl. Bernard et de jugements de ses contemporains (les Goncourt, P. Bert, Renan, Zola, etc.) ou de divers historiens des sciences du xx^e siècle.

On relève çà et là quelques négligences. Le nom de Mme O'Brien, fille de Mme Raffalovich qui fut, on le sait, très liée avec Cl. Bernard, est bien orthographié page 28, mais devient O'Bryen (*sic*) pages 192-193.

Le livre du D^r L. Chauvois d'où est tiré le fragment de D'Arsonval donné page 194 n'est pas mentionné dans la bibliographie; les lignes de R. Oppenheimer citées page 206 ne concernent absolument pas Claude Bernard.

Enfin, la bibliographie donnée page 213 est très incomplète. Si on peut à la rigueur excuser l'omission de l'ouvrage tout récent (1960) de R. Virtanen (cf. ces *Archives*, n° 52-53, 1960, p. 361-363) il est fâcheux de ne pas y trouver mentionnés les deux plus importants ouvrages existant actuellement sur Claude Bernard dus au physiologiste américain J. Olmsted (1938, 1952).

De même, le nom du D^r L. Delhoume y devient Delhorme (*sic*) ce qui doit être absolument corrigé dans une prochaine édition.

L'ouvrage est illustré d'intéressants documents (maison natale du savant, portraits, fac-similés de manuscrits, etc.).

J. THÉODORIDÈS.

BERNUS (Alexander von). — *Alchimie et Médecine*. Préface de H. HUNWALD. Trad. de Anne FORESTIER. — Paris, Dangles, 1960. 14 × 20, 194 p., ill. 15 NF.

Le déterminisme scientifique n'a plus, pour certains, le prestige qu'il avait du temps de Cl. Bernard et de Marcellin Berthelot. Il a fort à faire avec une façon nouvelle de concevoir la Science. Elle admet, avec la relation d'incertitude, tout ce qui est possible et même ce qui a paru jusqu'ici improbable. D'où une certaine renaissance des sciences dites occultes : astrologie, graphologie, chiroplogie, radiesthésie, iridologie, alchimie, homéopathie.

Von Bernus, né en 1880, sur les bords du lac de Constance a derrière lui une carrière déjà longue, jalonnée par une cinquantaine de volumes de poésie, de contes et de nouvelles. Sa rencontre avec Rudolf Steiner, le fondateur de l'Anthroposophie (1912) l'aiguilla vers l'étude de la médecine et de la chimie. En 1921, il fonda le laboratoire de Saluna, consacré à la préparation des médicaments spagyriques. En effet, s'il reconnaît les conquêtes et les progrès de la chirurgie moderne, il critique, au contraire, l'efficacité de la médecine officielle restée trop attachée à la conception matérialiste de la nature et étrangère aux thérapeutiques « naturelles ».

Ses préférences vont aux alchimistes médiévaux, à Paracelse et à leurs successeurs de l'époque classique.

Les grands médecins iatrochimistes de la fin du xvii^e et du xviii^e siècles, nous dit-il, n'étaient pas des « adeptes » et n'ont d'ailleurs jamais revendiqué ce rang. Néanmoins, ils possédaient une connaissance très étendue de la pharmacopée spagyrique et ils savaient guérir des maladies contre lesquelles notre thérapeutique moderne est impuissante. Pour lui, la méthode de choix est bien la méthode spagyrique, la *pharmacopea spagyrica* de Paracelse et non de Glauber. Elle ne peut être acquise que par une connaissance suprasensible, obtenue par une initiation telle que « la table des laboratoires doit redevenir un autel » (R. Steiner). Le médecin hermétiste et « naturel », rompant le lien contre-nature entre la médecine et les sciences exactes rétablit le lien antique entre la médecine et la religion (Hans Bühler). S'appuyant sur la physique moderne pour laquelle la transmutation des atomes n'apparaît plus comme une absurdité; s'appuyant aussi sur le cas de Goethe guéri en septembre 1768 par un médecin iatro-chimiste appelé par sa mère et ensuite initié à l'alchimie par Suzanne von Klettenberg, il formule une apologie non restrictive de la médecine alchimique, dont nous lui laissons la responsabilité.

La réalisation du grand œuvre (transmutation des métaux) est considérée comme un fait incontestable et C. G. Jung est vivement critiqué pour émettre à ce sujet un doute formel. C'est que si le grand psychiatre a renouvelé d'une façon tout à fait neuve notre compréhension du comportement de l'alchimiste, il n'a vu dans l'alchimie qu'une aventure psychologique. Il n'a pas vu l'importance de ses aspects tech-

niques et la difficulté d'exécuter les recettes, d'une interprétation très ambiguë, laissées par les vieux maîtres. Par exemple, le *spiritus saturni* préparé selon la technique spagyrique est un produit tout à fait différent de l'esprit de Saturne officinal. Il faut environ quatre mois pour en obtenir une très petite quantité et un appareillage tout à fait spécial.

Ce qui donne de l'intérêt au livre d'Alex. von Bernus (et c'est le seul) c'est surtout le fait qu'il n'a pas été écrit par un historien ou par un savant mais par un néo-alchimiste ayant une expérience personnelle des théories hermétiques, de la préparation des médicaments spagyriques et de leur action. Quelle que soit l'opinion que l'on ait sur la valeur de la néo-iatro-chimie, il y a là un témoignage qui nous permet de mieux comprendre la mentalité des « adeptes » d'autrefois et d'interpréter plus correctement les recettes incomplètes qu'ils nous ont laissées.

P. HUARD.

LLOYD (C.) and COULTER (J. L. S.). — *Medicine and the Navy 1200-1900*. Vol. III : 1714-1815. — Edinburgh and London, E. & S. Livingstone Ltd., 1961. XII-402 p., 16 tables. 50/—.

Après la mort de John Keevil, l'auteur des deux volumes précédents de ce grand ouvrage, C. Lloyd et J. L. S. Coulter ont été chargés d'écrire le troisième volume, contenant l'histoire de la médecine navale à partir de 1714 jusqu'à 1815. C'est la période d'un remarquable essor afin de maîtriser les maladies particulières à la vie maritime, où des hôpitaux ont été fondés et où l'hygiène navale a fait un énorme progrès.

Le vaste contenu de ce volume est divisé en quatre sections dont la première comprend l'organisation et les conditions de travail de la médecine navale (médecins, chirurgiens, pharmaciens, bateaux-hôpitaux, hygiène, ravitaillement, etc.); la deuxième section présente le service médical pendant les différentes batailles navales de ce temps-là (surtout pendant la guerre de sécession, la guerre de sept ans, la guerre d'indépendance américaine et les guerres napoléoniennes). Dans la troisième section, les auteurs parlent des hôpitaux navals, de leur organisation et administration et de la fondation de nouveaux grands hôpitaux à Greenwich, Haslar et Plymouth, tandis que la quatrième section est consacrée aux maladies navales (scorbut, typhus, fièvre jaune, etc.) et à la pratique chirurgicale de ce temps-là.

Cette matière, jusqu'à présent un peu négligée, n'est pas seulement importante pour l'historien de la médecine navale. Les chapitres concernant l'épidémiologie, l'administration des hôpitaux et la lutte contre les maladies des pays chauds et les avitaminoses, peuvent intéresser tout historien de la médecine.

Le présent volume est écrit de manière qui rend la lecture assez intéressante. Grâce à une vaste documentation (basée non seulement sur 244 œuvres imprimées mais aussi sur différentes données d'archives

et de journaux de bord), le volume contient un grand nombre de faits peu connus.

Enfin, qu'il nous soit permis d'exprimer le regret (exprimé déjà par M. D. Grmek dans l'analyse du premier volume de cette œuvre dans les *Archives*, 44/1958, 315-316) que cette œuvre ne mentionne pas, au moins brièvement, le développement de la médecine navale dans les autres pays.

La présentation typographique est impeccable. Le livre est bien complété par 16 tables d'une haute valeur à la fois iconographique et documentaire.

L. GLESINGER (Zagreb).

STODDARD (Alan). — *Lehrbuch der osteopathischen Technik für Wirbelsäule und Becken*. — Stuttgart, Hippokrates Verlag, 1961. 18,5 × 27, 287 p., 162 fig. « Die Wirbelsäule in Forschung u. Praxis ». Bd. 19.

Cet ouvrage, très bien illustré et parfaitement présenté est la traduction allemande d'un ouvrage d'Alan Stoddard, du *Brook Hospital* de Londres (*Manual of Osteopathic Technique*, Hutchinson, Londres, 1959) par le Docteur Hellmut Edrmann.

Il se compose de quatre parties :

- 1) Fondement de la technique ostéopathique.
- 2) Diagnostic des lésions ostéopathiques des différentes parties de la colonne vertébrale.
- 3) Atlas des manœuvres ostéopathiques.
- 4) Les disques intervertébraux.

Ce livre remarquable contribuera à réhabiliter une technique qui passe aux yeux de beaucoup comme entachée de charlatanisme. Malheureusement, il ne fait aucune place à l'histoire des manipulations vertébrales.

P. HUARD.

DAUMIER (Honoré). — *Les gens de Médecine*. — Paris, Imprimerie Nationale; André Sauret, éditeur, 1960. Lithographies mises sur pierre par Charles SORBIER. 25 × 30 cm., ill.

A l'occasion du cent-cinquantième anniversaire de la naissance de H. Daumier (1808-1879), une exposition avait eu lieu à la Bibliothèque Nationale. Elle avait été soulignée par deux numéros spéciaux de la revue *Esculape*, présentés par M. Jean Adhémar, conservateur du Cabinet des Estampes. Ce livre magnifique, d'une facture impeccable, en est le prolongement. Il donne la reproduction de 48 lithographies exécutées entre 1833 et 1847 dans diverses feuilles (et surtout dans le *Charivari*). Le professeur Henri Mondor a écrit pour elles une substantielle préface

et Jean Adhémar les a fait suivre d'un catalogue raisonné, très complet. Bien entendu, ce catalogue ne fait pas double emploi avec l'ouvrage que J. Adhémar a déjà consacré à Daumier et avec le classique travail de Loys Delteil (deux volumes in-4°). Il précise simplement l'origine de certaines lithographies à sujets médicaux. De même le texte du professeur Mondor, sans rendre inutile la lecture des travaux plus anciens de G. Beytout et de L. Sergent sur les rapports de Daumier et de la médecine, en renouvelle la substance.

Daumier, auquel on ne connaît pas de maladies importantes avant sa vieillesse, assombrie par la cécité, a peu fréquenté les milieux médicaux.

Si les *Gens de Médecine* sont à mettre en parallèle avec les *Gens de Justice* (1845-1848) et les *Avocats et Plaideurs* (1845-1848), on voit tout de suite que les médecins n'ont inspiré qu'un peu plus d'une centaine de planches parmi quatre mille laissées par Daumier.

Comment ce grand observateur a-t-il pu se documenter sur le monde médical? Il a pu y pénétrer grâce à son patron Philippon, directeur du *Charivari* et cousin germain de Lisfranc, le célèbre chirurgien. Il a pu également avoir des renseignements de première main par Fabre, dont il illustra, par de splendides bois gravés (et non par des lithographies) la *Nemesis médicale* dont on connaît deux éditions (la bonne, parue à Paris en 1840 et une seconde, faite à Bruxelles un an plus tard). Le professeur Mondor suppose qu'il aurait aussi connu le docteur Koreff. Mais il a vécu directement au contact des malades mentaux pendant une courte période de sa vie. En effet, après son incarcération à Sainte-Pélagie, le 27 août 1832, il obtint d'être transféré dans la Maison de Santé du docteur Casimir Pinel, neveu du grand Philippe Pinel. Cet établissement, sis 76, rue de Chaillot, recevait des déprimés, des neurasthéniques et des prisonniers politiques recommandés et protégés. Daumier y resta jusqu'au 27 janvier 1833 et son ami Philippon jusqu'au 4 février de cette même année.

Comme l'a montré J.-P. Sergent, Daumier a rapporté de son séjour chez Pinel nombre de ses lithographies médicales et, en particulier, la série *l'Imagination* exécutée avec la collaboration de Ramelet.

En dehors de ces « choses vues », résultant d'une observation personnelle, Daumier a eu des têtes de turc : le D^r Prunelle, dit M. Prune, dit le Bison, orléaniste; le D^r Véron, dit Mimi ou Fontanarose; J. B. Dumas, présenté par erreur comme un grand chirurgien (p. 21), alors qu'il s'agit du grand chimiste, maître de Pasteur, et Orfila, le « Basile » de la Médecine, sujet d'une des plus dures satires de la *Nemesis médicale*. Et quand il manquait de médecins pour son jeu de massacre, il leur annexait Robert Macaire ou d'autres personnages peu sympathiques.

C'est qu'en effet, il ne sent guère la médecine que comme un « triste carnaval ou une burlesque danse macabre » (Mondor). Celui qui a été appelé le « Goya français » (Jean Grenier) ou le « Paul Louis Courier de la lithographie » (Jacques Arago) non seulement n'a pas été tendre avec les praticiens de son époque, mais il les a stigmatisés avec « une sévérité

de juge et une tristesse écrasante » (Paul Valéry) et il n'a pas été plus indulgent pour les malades, présentés comme leurs victimes.

Il a repoussé les scènes faciles que les nus et les sujets gynécologiques auraient pu lui offrir pour garder toute sa rigueur puritaine de justicier et éliminé de sa galerie tératologique toute tendance frivole, pouvant atténuer sa juste colère. Il tourne en ridicule la pâte du D^r Regnaud, la pommade du dromadaire, le racahout des Arabes, mais aussi la liqueur de Labarraque. Il vitupère les homéopathes et les magnétiseurs et les charlatans mais il ne semble pas persuadé qu'entre 1800 et 1840, Paris a été la Mecque de la médecine et les médecins parisiens parmi les plus grands de leur temps.

C'est que Daumier est un créateur de mythes. Balzac avait dit de lui : « Il a du Michel-Ange sous la peau ». Il a construit, en effet, « une comédie humaine, une histoire morale du XIX^e siècle, égale aux plus durables monuments du génie » (H. Focillon). Mais dans cette fresque, la basoche, la médecine et la bourgeoisie sont représentées comme dignes d'un perpétuel pilori. Il ne semble donc pas que Daumier ait eu des griefs particuliers contre les médecins. Contre eux il ne nourrissait « pas de ressentiment personnel mais il gardait une part de cette rancune générale qu'il éprouva contre la société de son temps » (Mondor).

Telle est la conclusion de ce livre magnifiquement édité.

P. HUARD.

Catalogo de la Hemerobiblioteca del Departamento de Fisiologia, Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autonoma de Mexico. — Mexico, D. F., 1958. 16 × 25, 208 p.

Cet ouvrage est divisé en deux parties. Dans la première, J. J. Izquierdo retrace l'histoire de la bibliothèque (appelée on ne sait trop pourquoi « Hemerobibliotheca ») du Département de Physiologie de l'Université de Mexico (p. 9-26).

La seconde partie (p. 27-206) est constituée par le catalogue de cette bibliothèque (périodiques, livres, tirés à part, microfilms, etc.).

Ce catalogue est divisé en deux parties : Section des Sciences Physiologiques et Section d'Histoire et Philosophie des Sciences.

C'est surtout cette dernière rubrique (p. 179-206) qui pourra intéresser les historiens des sciences biologiques et médicales.

Jean THÉODORIDÈS.

Osmania Medical College. — Report of the organisation and working of the department of the history of medicine for the period 1956-1961.

A la suite de suggestions du regretté professeur Sigerist, faites dès 1951, le projet de la création en Inde d'un département d'Histoire de la Médecine fut retenu. Mais il ne put être réalisé qu'en 1959 dans le nouvel

état d'Andhra Pradesh, dont la capitale est Hyderabad. Le professeur Subba Reddy fut alors nommé directeur du département d'Histoire de la Médecine de l'*Osmania Medical College*. Il comprend actuellement les sections suivantes :

- 1) Bibliothèque consacrée à l'Histoire de la Médecine ayurvédique et islamique ainsi qu'aux autres médecines de l'Eurasie et de l'Amérique.
- 2) Musée.
- 3) Archives.
- 4) Section photographique.

L'activité de l'Institut est la suivante :

A) Enseignement destiné aux étudiants en médecine en cours de scolarité.

B) Enseignement destiné aux étudiants désireux de soutenir une thèse d'Histoire de la Médecine ou d'Histoire des Sciences ou de préparer un diplôme spécial.

C) Enseignement destiné à former des historiens de la Médecine qui deviendront ultérieurement des professeurs ou des chercheurs. Cet enseignement a un aspect académique et théorique et un aspect pratique et utilitaire.

D) Publication d'un journal d'Histoire de la Médecine et de bibliographies relatives à la médecine indienne.

Nous souhaitons bonne chance à ce nouvel institut dont les bases de départ nous paraissent excellentes et duquel nous aurons certainement beaucoup à apprendre.

P. HUARD.

Table des Matières des Fascicules 56-57

Jean ITARD. — L'angle de contingence chez Borelli. Commentaire du livre V des Coniques d'Apollonius	201
Alexandre KOYRÉ. — Etudes newtoniennes III. Attraction, Newton and Cotes	225
J. A. FEDOSEYEV. — Development of Hydrology of Continents in Russia. Brief survey	237
Eikoh MA. — The Impact of Western Medicine on Japan. Memoirs of a Pioneer, Sugita Gempaku, 1733-1817, Part. II	253

NOTES ET DOCUMENTS.

L. A. GEDDES and H. E. HOFF. — The capillary electrometer. The first graphic recorder of bioelectric signals	275
A. THOM. — The Egg shaped standing stone rings of Britain	291
Tadeusz PRZYPKOWSKI. — Premières cartes modernes du ciel	305
Djordje NIKOLIC. — Roger Boskovic et la géodésie moderne	315
D. Justin SCHOVE. — Chronology of natural phenomena in East and West. Additive	337

INFORMATIONS.

I. — Documents officiels.

Union Internationale d'Histoire et de Philosophie des Sciences. Commission des instruments scientifiques	339
--	-----

II. — Activités des Groupes et Comités Nationaux.

Allemagne. — Grande-Bretagne. — France. — Italie. — Yougoslavie	341
---	-----

CORRESPONDANCE.

U. S. A. — Argentine. — France	351
--------------------------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE CRITIQUE.

Généralités.

Santillana (Giorgio de). — <i>The Origins of scientific thought. From Anaximander to Proclus</i> (V. ZOUBOV)	353
Gillispie (Charles Coulston). — <i>The Edge of objectivity. An From Anaximander to Proclus</i> (V. ZOUBOV)	355
Lovejoy (Arthur O.). — <i>The Reason, the Understanding and Time</i> (D. NEDELKOVITCH)	355

Ver Eecke (Paul). — <i>Les œuvres complètes d'Archimède, suivies des commentaires d'Eutocius d'Ascalon</i> (Jean ITARD)	361
Zoubov (V. P.). — <i>Leonardo da Vinci</i> (M. WONG)	361
Ahmad (S. Maqbul), Rahman (A.). — <i>Al-Mas'ûdî Millenary Commemoration Volume</i> (A. SAYILI)	363
Euler (L.). — <i>Die Berliner und die Petersburger Akademie der Wissenschaften im Briefwechsel Leonhard Eulers. Teil II : Der Briefwechsel L. Eulers mit Nartov, Razumovsky, Schumacher, Teplov u. der Petersburger Akademie 1730-1763 Erg. u. eingel. V. A. P. JUSKEVIC u. E. WINTER unter Mitw. v. P. HOFFMANN u. Ju. Ch. KOPELEVIC</i> (Jos. E. HOFMANN)	365
Bright (L.). — <i>Whitehead's Philosophy of Physics</i> (Suzanne COLNORT-BODET)	367
Crowther (J. G.). — <i>Founders of British Science</i> (Serge MOSCOVICI)	367
Clement (A. G.), Robertson (R. H. P.). — <i>Scotland's scientific Heritage</i> (L. P. WILLIAMS)	368
Harris (L. E.). — <i>The two Netherlanders, Humphrey Bradley and Cornelis Drebbel</i> (H. MICHEL)	369

Astronomie.

Koyré (Alexandre). — <i>La Révolution astronomique : Copernic, Kepler, Borelli</i> (Pierre COSTABEL)	371
Kunitzsch (Paul). — <i>Arabische Sternnamen in Europa</i> (J. M. MILLAS-VALLICROSA)	374
Neugebauer (O.), Van Hoesen. — <i>Greek Horoscopes</i> (J. O. FLECKENSTEIN)	375

Mécanique.

Dugas (René). — <i>La théorie physique au sens de Boltzmann et ses prolongements modernes</i> (Pierre COSTABEL)	377
Costabel (Pierre). — <i>Leibniz et la dynamique : les textes de 1692</i> (Jos. E. HOFMANN)	379
Polak (L. S.). — <i>Les Principes des variations de la Mécanique. Leur développement et leur application en physique</i> (Noël FÉLICI)	384

Mathématiques.

Ball (W. W. Rouse). — <i>A short Account of the History of Mathematics</i> (Jean ITARD)	385
---	-----

Newman (James R.). — <i>The world of mathematics. A small library of the literature of Mathematics from A'h-mosé the Scribe to Albert Einstein</i> (Jean ITARD)	387
Rybnikov (K. A.). — <i>Istorija Matematiki</i> , t. I (Kurt-R. BIERMANN)	389
Warusfel (André). — <i>Les nombres et leurs mystères</i> (Jean ITARD)	390

Physique et Chimie.

Barnard (Noël). — <i>Bronze casting and bronze alloys in Ancient China</i> (P. HUARD et M. WONG)	391
Mc Donald (Donald). — <i>A history of platinum from the earliest times to the eighteen-eighties</i> (P. HUARD)	395
Bleich (Alan, Ralph). — <i>The story of X-Rays from Röntgen to Isotopes</i> (M. COURTIN)	397
Fulton (John F.). — <i>A bibliography of the Honourable Robert Boyle, fellow of the Royal Society</i> (Yves LAISSUS)	398
Figurovskij (N. A.). — <i>Leben und Werk des Chemikers Tobias Lowitz 1757-1804</i> (M. D. GRMEK)	401
Darwin (Charles). — « Darwin's Notebooks on Transmutation of species ». Part. III (Leonard G. WILSON)	402
Mayerhöfer (Josef). — <i>Lexikon der geschichte der Naturwissenschaften</i> (Jean THÉODORIDÈS)	403
Jacquemont (Victor). — <i>Découverte de l'Inde éternelle. Correspondance (1828-1832)</i> (Jean THÉODORIDÈS)	403

Médecine.

Perazzi (Francesco). — <i>Ippocrate</i> (M. D. GRMEK)	404
Clarke (Robert). — <i>Claude Bernard</i> (J. THÉODORIDÈS)	405
Bernus (Alexander von). — <i>Alchimie et Médecine</i> (P. HUARD)	406
Lloyd (C.), Coulter (J. L. S.). — <i>Medicine and the Navy, 1200-1900</i> . Vol. III (L. GLESINGER)	407
Stoddard (Alan). — <i>Lehrbuch der osteopatischen Technik für Wirbelsäule und Becken</i> (P. HUARD)	408
Daumier (Honoré). — <i>Les gens de médecine</i> (P. HUARD)	408
Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autonoma de Mexico (Jean THÉODORIDÈS)	410
Osmania Medical College. <i>Report of the organisation and working of the department of the history of medicine for the period 1956-1961</i> (P. HUARD)	410

Table générale des Matières

Quatorzième Année (1961) — Numéros 54/55, 56/57

I. ARTICLES GÉNÉRAUX

(Dans l'ordre alphabétique des auteurs)

Pierre COSTABEL. — <i>Le De Viribus Vivis de R. Boscovic ou de la vertu des querelles de mots</i>	3
J. A. FEDOSEYEV. — <i>Development of Hydrology of Continents in Russia. Brief survey</i>	237
A. T. GRIGORYAN. — <i>Appraisal of Newton's Mechanics and of Einstein's « Autobiography »</i>	13
J. W. HERIVEL. — <i>Newtonian Studies III. The Originals of the two Propositions Discovered by Newton in December 1679?</i>	23
J. E. HOFMANN. — <i>Zur Frühgeschichte des Vierkubenproblems</i>	35
Jean ITARD. — <i>L'angle de contingence chez Borelli. Commentaire du livre V des Coniques d'Apollonius</i>	201
Alexandre KOYRÉ. — <i>Etudes newtoniennes III. Attraction, Newton et Cotes</i>	225
Eikoh MA. — <i>The Impact of Western Medicine on Japan Memoirs of a Pioneer, Sugita Gempaku, 1733-1817. Part. I et II</i>	65, 253

II. NOTES ET DOCUMENTS

(Dans l'ordre alphabétique des auteurs)

G. V. BYKOV. — <i>La correspondance des chimistes étrangers avec A. M. Boutlerov</i>	85
L. A. GEDDES and H. E. HOFF. — <i>The capillary electrometer. The first graphic recorder of bioelectric signals</i>	275
J. W. HERIVEL. — <i>Newton's test of the inverse square law against the moon's motion</i>	93
Frederick G. KILGOUR. — <i>The Prehistory of Science knowledge of animals in the Paleolithic Age</i>	103
Dr. NGUYEN TRAN HUAN. — <i>Notes sur l'origine des Pen-t'sao en Extrême-Orient</i>	98

Djordje NIKOLIC. — <i>Roger Boscovic et la géodésie moderne</i> ..	315
Tadeusz PRZYPKOWSKI. — <i>Premières cartes modernes du ciel</i>	305
D. Justin SCHOVE. — <i>Chronology of natural phenomena in East and West</i> (Additive)	337
A. THOM. — <i>The Egg shaped standing stone rings of Britain</i> ..	291

III. - INFORMATIONS

I. - Documents officiels

Académie Internationale d'Histoire des Sciences.	
Résultats des élections (1960)	116
Union Internationale d'Histoire et de Philosophie des Sciences.	
Division d'Histoire des Sciences.	
Compte rendu de la réunion du Comité exécutif	117
Commission de Bibliographie	124
Commission des instruments scientifiques	339

II. - Activités des Groupes et Comités nationaux

Allemagne	341
France	127, 345
Grande-Bretagne	127, 341
Italie	347
Pays-Bas	127
Pologne	127
U. S. A.	127
Yougoslavie	349

IV. - CORRESPONDANCE

Argentine	351
France	351
U. S. A.	351

V. - BIBLIOGRAPHIE CRITIQUE

AHMAD (S. Maqbul), RAHMAN (A.). — <i>Al-Mas'ûdi Millenary Commemoration Volume</i> (A. Sayili)	363
ANTHONY (H. D.). — <i>Sir Isaac Newton</i> (J. Babini)	139
BALL (W. W. Rouse). — <i>A short Account of the History of Mathematics</i> (Jean Itard)	385

BARNARD (Noël). — <i>Bronze casting and bronze alloys in Ancient China</i> (P. Huard et M. Wong)	391
BEER (Gavin de). — <i>The Sciences were never at War</i> (Jean Torlais)	152
BERNUS (Alexander von). — <i>Alchimie et Médecine</i> (P. Huard) ..	406
BIERMANN (Kurt-Reinhard). — <i>Vorschläge zur Wahl von Mathematikern in die Berliner Akademie. Ein Beitrag zur Gelehrten- und Mathematikgeschichte des 19. Jahrhunderts. Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Klasse für Mathematik, Physik und Technik.</i> — Jahrgang, 1960, Nr. 3 (Jos. E. Hofmann)	164
BIERMANN (Kurt R.), DUNKEN (Gerhard). — <i>Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Biographischer Index der Mitglieder, bearbeitet von Kurt-R. BIERMANN und Gerhard DUNKEN</i> (Jos. E. Hoffmann)	143
BLEICH (Alan Ralph). — <i>The story of X-Rays from Röntgen to Isotopes</i> (M. Courtin)	397
BODENHEIMER (F. S.). — <i>Animal and Man in Bible Lands</i> (Jean Théodoridès)	184
BOYER (Carl B.). — <i>From Myth to Mathematics</i> (Vasco Ronchi) ..	150
BRAGG (William). — <i>The Universe of Light</i> (Vasco Ronchi)	166
BRIDGMAN (R. F.). — <i>La Médecine dans la Chine antique</i> (P. Huard) ..	191
BRIGHT (L.). — <i>Whitehead's Philosophy of Physics</i> (Suzanne Colnort-Bodet)	367
BRONOWSKI (J.), MAZLISH (Bruce). — <i>The Western intellectual tradition. From Leonardo to Hegel</i> (J. Babini)	147
CASSINA (Ugo). — <i>Sur l'histoire des concepts fondamentaux de la géométrie projective</i> (René Taton)	163
CLARKE (Robert). — <i>Claude Bernard</i> (J. Théodoridès)	405
CLEMENT (A. G.) and ROBERTSON (R. H. S.). — <i>Scotland's Scientific Heritage</i> (L. P. Williams)	368
COSTABEL (Pierre). — <i>Leibniz et la dynamique : les textes de 1692</i> (Jos. E. Hofmann)	379
CREMONA (Luigi). — <i>Elements of projective geometry.</i> — Traduction anglaise par Charles LEUDESORF. Réimpression de la 3 ^e édition (1913) (Jean Itard)	165
CROWTHER (J. G.). — <i>Founders of British Science</i> (Serge Moscovici)	367
DARWIN (Charles). — « Darwin's Notebooks on Transmutation of Species. Part III... » (Leonard G. Wilson)	402
DAUMIER (Honoré). — <i>Les gens de Médecine</i> (P. Huard)	408
DRAKIN (I. E.) and DRAKE (Stillman). — <i>Galileo Galilei. On Motion and On Mechanics, comprising De Motu... transl. with Introd. and Notes by I. E. DRABKIN and Le Meccaniche... transl. with Introd. and Notes by S. DRAKE</i> (V. Zoubov)	162
DUGAS (René). — <i>La théorie physique au sens de Boltzmann</i> (P. Costabel)	377

EISENHART (Luther Pfahler). — <i>A Treatise on the differential Geometry of curves and surfaces</i> . Réimpression de l'édition de 1909 (Jean Itard)	165
EULER (L.). — <i>Die Berliner und die Petersburger Akademie der Wissenschaften im Briefwechsels Leonhard Eulers</i> . — Teil II... Erg. u. eingel. v. A. P. JUSKEVIC u. E. WINTER unter Mitw. v. P. HOFFMANN u. Ju. Ch. KOPELEVIC (Jos. E. Hofmann)	365
Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autonoma de Mexico (Jean Théodoridès)	410
FIGUROVSKIJ (N. A.). — <i>Leben und Werk des Chemikers Tobias 1757-1804</i> (M. D. Grmek)	401
FROST (S. W.). — <i>Insect life and insect natural history... second revised edition...</i> (Yves Laissus)	183
FULTON (John F.). — <i>A bibliography of the Honourable Robert Boyle, fellow of the Royal Society</i> (Yves Laissus)	398
GARIEPY (Edmond). — <i>Contribution à l'Histoire de la Médecine canadienne</i> (P. Huard)	192
GILLISPIE (Charles Coulston). — <i>The Edge of Objectivity. An Essay in the History of Scientific Ideas</i> (M. D. Grmek)	355
GOODFIELD (G. J.). — <i>The Growth of Scientific Physiology : Physiological Method and the Mechanist-Vitalist Controversy, Illustrated by the Problems of Respiration and Animal Heat</i> (Dorothea Waley Singer)	181
HARRIS (L. E.). — <i>The two Netherlanders, Humphrey Bradley and Cornelis Drebbel</i> (H. Michel)	369
HÖLDER (Dr. Helmut). — <i>Geologie und Paläontologie in Texten und ihrer Geschichte</i> (V. V. Tikhomirov)	172
HUARD (P.). — <i>Léonard de Vinci. Dessins anatomiques</i> (M. Wong). <i>Iz istorii nauki i tekhniki v stranah Vostoka, Sbornik statei, vyp. 1</i> (De l'histoire de la science et de la technique en Extrême-Orient, Recueil d'articles, vol. 1). Rédaction scientifique de A. T. GRIGORYAN (M. D. Grmek)	151
JACQUEMONT (Victor). — <i>Découverte de l'Inde éternelle. Correspondance (1828-1832)</i> (Jean Théodoridès)	403
JOHNSON (Roger A.). — <i>Advanced Euclidean Geometry (Modern Geometry) An Elementary Treatise on the Geometry of the Triangle and the Circle</i> . (Réimpression de la 1 ^{re} édition (1929) (Jean Itard)	165
KEPLER (Johannes). — <i>Gesammelte Werke</i> . Herausgegeben von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Band IX : Mathematische Schriften, ed. Fr. HAMMER (Jos. E. Hofmann)	156
KOBLER (John). — <i>The reluctant Surgeon. A Biography by John Kobler of the medical genius of Johnson's England</i> (P. Huard).	194
KOUZNETSOV (B. G.). — <i>Principes de la Physique classique</i> (en russe) (Noël Félici)	167

KOYRÉ (Alexandre). — <i>La Révolution astronomique : Copernic, Kepler, Borelli</i> (Pierre Costabel)	371
KUNITZSCH (Paul). — <i>Arabische Sternnamen in Europa</i> (J. M. Millas-Vallicrosa)	374
LLOYD (C.) and COULTER (J. L. S.). — <i>Medicine and the Navy 1200-1900</i> . Vol. III (L. Glesinger)	407
LOPEZ PINERO (José M.). — <i>La ofra anatomica de Lorenzo Boscasa</i> (P. Huard)	185
LOVEJOY (Arthur O.). — <i>The Reason, the Understanding and Time</i> (D. Nedelkovitch)	357
LURIE (Edward). — <i>Louis Agassiz : A life in Science</i> (Dorothea Waley Singer)	179
MAYERHÖFER (Josef). — <i>Lexikon der Geschichte der Naturwissenschaften...</i> B. I, II (Jean Théodoridès)	403
MCDONALD (Donald). — <i>A history of platinum from the earliest times to eighteen-eighties</i> (P. Huard)	395
MIONI (Elpidio). — <i>Bibliothecæ divi Marci Venetiarum codices græci manuscripti, recensuit Elpidius Mioni</i> . Volumen II, <i>Codices qui in sextam, septimam atque octavam classem includuntur continens</i> (Indici e cataloghi, nuova serie, VI) (J. Payen)	155
MUSABEKOW (J. S.). — <i>Histoire de la synthèse organique en Russie</i> (E. Trepka)	170
NEUGEBAUER (O.), VAN HOESSEN. — <i>Greek Horoscopes</i> (J. O. Fleckenstein)	375
NEWMAN (James R.). — <i>The world of mathematics. A small library of the literature of mathematics from A'h mosé the scribe to Albert Einstein</i> (Jean Itard)	387
Osmania Medical College — <i>Report of the organisation and working of the department of the history of medicine for the period 1956-1961</i> (P. Huard)	410
PAPP (Desiderio) et BABINI (José). — <i>Las ciencias exactas en el siglo XIX</i> (René Taton)	146
PARACELSUS. — <i>Theophrast von Hohenheim genannt Paracelsus : Sämtliche Werke, 1. Abteilung : medizinische, naturwissenschaftliche und philosophische Schriften</i> , herausgegeben von Karl SUDHOFF. Registerband bearbeitet von Martin MÜLLER † ..., redigiert von Robert BLASER... <i>Nova Acta Paracelsica</i> , Supp. 1960 (Ernest Wickersheimer)	140
PERAZZI (Francesco). — <i>Ippocrate</i> (M. D. Grmek)	404
POLAK (L. S.). — <i>Les Principes des Variations de la Mécanique. Leur développement et leur application en Physique</i> (Noël Félici)	384
ROSEN (Edward). — <i>3 Copernican Treatises</i> . — Second Edition, revised with an annotated Copernicus Bibliography 1939-1958 (J. Dobrzycki)	157
ROYAUMONT. — <i>La Science au xvi^e siècle. Colloque international de Royaumont, 1-4 juillet 1957</i> (François Russo)	143

RYBNIKOV (K. A.). — <i>Istoria Matematiki</i> . T. I (Kurt-R. Biermann)	389
SALISBURY (Thomas) and DRAKE (Stillman). — <i>Galileo Galilei. Discourse on Bodies in Water</i> . Transl. by Thomas SALISBURY. Introd. and Notes by S. DRAKE (J. W. Herivel)	160
SANTILLANA (Giorgio de). — <i>The Origins of scientific thought</i> (V. Zoubov)	353
SCHWANN (Théodore). — <i>Lettres...</i> , éditées et annotées par Marcel FLORKIN (Ernest Wickersheimer)	141
SIU KOUANG-K'I. — <i>Nong-tcheng ts'iuan-chou</i> (Traité complet d'Agriculture) (M. Wong)	188
SKUBALA (Zofia), TOKARSKI (Zbigniew). — <i>Les Universités polonaises</i> (W. Voisé)	149
STODDARD (Alan). — <i>Lehrbuch der osteopathischen Technik für Wirbelsäule and Becken</i> (P. Huard)	410
Tche-wou-ming che-f'ou-k'ao (Nomenclature botanique illustrée) (M. Wong)	187
TOULMIN (Stephan) et GOUDFIELD (June). — <i>The Fabrics of the Heavens</i> (M. Courtin)	154
VALENTIN (Bruno). — <i>Geschichte der Orthopaedie</i> (M. D. Grmek)	191
VER EECKE (Paul). — Les œuvres complètes d'Archimède, suivies des commentaires d'Eutocius d'Ascalon. — Trad. du grec en français avec une introd. et des notes (J. Itard)	361
WARUSFEL (André). — <i>Les nombres et leurs mystères</i> (Jean Itard)	390
YELISSEYEV (A. A.). — <i>La naissance de la science de l'électricité en Russie</i> (en russe) (G. Tsverava)	168
YE TSING-YUAN. — <i>Kan-kiu</i> [<i>Les oranges</i>]. (M. Wong)	190
ZOUBOV (V. P.). — <i>Leonardo da Vinci</i> (M. Wong)	361

VI. - AUTEURS

BABINI, J. : 139, 147.
 BIERMANN, Kurt-R. : 389.
 BYKOV, G. V. : 85.
 COLNORT-BODET, Suzanne : 367.
 COSTABEL, Pierre : 3, 371, 377.
 COURTIN, M. : 154, 191, 399.
 DOBRZYCKI, J. : 157.
 FEDOSEYEV, J. A. : 237.
 FÉLICI, Noël : 167, 384.
 FLECKENSTEIN, J. O. : 375.
 GEDDES, L. A. : 275.
 GLESINGER, L. : 409.
 GRIGORIAN, A. T. : 13.
 GRMEK, M. D. : 151, 191, 355, 401, 404.
 HERIVEL, J. W. : 23, 160.

HOFF, H. E. : 275.
 HOFFMANN, Jos. E. : 35, 143, 156, 164, 365, 379.
 HUARD, P. : 185, 191, 192, 194, 391, 395, 406, 408, 410.
 ITARD, Jean : 165, 201, 361, 385, 387, 390.
 KILGOUR, F. G. : 103.
 KOYRÉ, Alexandre : 225.
 LAISSUS, Yves : 183, 398.
 MA, Eikoh : 65, 253.
 MICHEL, H. : 371.
 MILLAS-VALLICROSA, J. M. : 374.
 MOSCOVICI, Serge : 367.
 NEDELKOVITCH, D. : 355.
 NIKOLIC, Djordje : 315.

- | | |
|---|--|
| <p> NGUYEN TRAN HUAN, Dr. : 98.
 PAYEN, J. : 155.
 PRZYPKOWSKI, Tadeusz : 305.
 RONCHI, Vasco : 150, 166.
 RUSSO, François : 143.
 SAYILI, A. : 363.
 SCHOVE, D. Justin : 337.
 SINGER, Dorothea WALEY : 179.
 TATON, René : 146, 163.
 THÉODORIDÈS, Jean : 184, 403, 405,
 410.
 TIKHOMIROV, V. V. : 172. </p> | <p> THOM, A : 291.
 TORLAIS, Jean : 152.
 TREPKA, E. : 170.
 TSVERAVA, G. : 168.
 VOISÉ, W. : 149.
 WICKERSHEIMER, E. : 140, 141.
 WILLIAMS, L. P. : 368.
 WILSON, Leonard G. : 402.
 WONG, D. : 186, 187, 188, 190, 361,
 391.
 ZOUBOV, V. : 162, 353. </p> |
|---|--|

ACHEVÉ D'IMPRIMER EN AVRIL 1962
SUR LES PRESSES DE J. PEYRONNET & Cie, IMPRIMEURS-ÉDITEURS
8, RUE DE FURSTENBERG, PARIS-6°
Ateliers de Joigny (Yonne)

Le Directeur administratif : Maurice DAUMAS.

Imprimé en France — Dépôt légal : 2^e Trimestre 1962 — Imp. N° 1514 — C. P. P. P. 32.283

Collection des Travaux
de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences

N° 2. *Actes du V^e Congrès International d'Histoire des Sciences.*
Lausanne, 30 septembre - 6 octobre 1947. 1 vol. 17,5 x 24,5. 228 p.
15 N. F. français.

N° 6. *Actes du VI^e Congrès International d'Histoire des Sciences.*
Amsterdam. 14-21 août 1950. 2 vol. 17,5 x 24,5. 424 + 228.
50 N. F. français.

N° 8. *Actes du VII^e Congrès International d'Histoire des Sciences.*
Jérusalem. 4-12 août 1953. 1 vol. 16 x 21. XII + 664 pages.
35 N. F. français.

N° 9. *Actes du VIII^e Congrès International d'Histoire des Sciences.*
Florence-Milan, 3-9 septembre 1956. 3 vol. 17,5 x 21,5. 1338 p.
106 pl. et fig. 224 communications. Prix : 82 N. F. français.

N° 11. *Actes du Symposium International des Sciences Physiques et
Mathématiques dans la première moitié du XVII^e siècle.* Pise-Vinci.
16-18 juin 1958. 1 vol. 17,5 x 24,5. 280 p. pl. et fig. Prix : 30 N. F.
français.

N° 12. *Actes du IX^e Congrès International d'Histoire des Sciences.*
Barcelona-Madrid, 1-7 septembre 1959. 1 vol. 17,5 x 24,5. 732 p.
pl. et fig. Prix : 75 N. F. français.

<u>Dépositaires</u>	{	N°s 2, 6, 8	Archives Internationales, 12, Rue Colbert, Paris-II ^e
		N° 9	Gruppo Italiano di Storia delle Scienze, Vinci-Firenze
		N°s 11, 12	Ed. HERMANN, 115, Boulevard Saint-Germain, Paris-VI ^e

Prix du numéro simple : \$ 1,80 ou 9 N.F. français

Prix du numéro double : \$ 3,60 ou 18 N.F. français

LES ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

PRÉSENTENT L'ÉDITION DES

ŒUVRES COMPLÈTES DE MALEBRANCHE

PHILOSOPHE ET SAVANT (1638-1715)

EN COÉDITION AVEC LA

LIBRAIRIE PHILOSOPHIQUE J. VRIN

6, Place de la Sorbonne - PARIS-5^e

Direction : André ROBINET

Tomes parus *

I, II, III	De la Recherche de la Vérité, par G. RODIS-LEWIS (à l'impression, parution Hiver 1961). Notes et Commentaires du XVI ^e Eclaircissement sur la lumière, les couleurs et la génération du feu (P. Costabel) » NF
IV*	Conversations chrétiennes, par A. ROBINET (1959, p. 6-XXIV-258) 26,10 NF
V*	Traité de la nature et de la grâce, par G. DREYFUS (1958, p. 6-LVIII-228) 24,00 NF
VI, VII, VIII, IX	Recueil de toutes les réponses à M. Arnauld, par L. Cognet (en préparation).
X*	Méditations chrétiennes et métaphysiques, par H. GOUIER et A. ROBINET (6-XXIV-254) .. 24,00 NF
XI	Traité de Morale, par M. ADAM (en préparation).
XII, XIII	Entretiens sur la métaphysique, par A. CUVILLIER (en préparation).
XIV	Traité de l'amour de Dieu et lettres au P. Lamy, par A. ROBINET (en préparation).
XV*	Entretien d'un philosophe chrétien et d'un philosophe chinois, par A. ROBINET (1958, p. 6-XXXIV-92) 9,90 NF
XVI*	Réflexions sur la prémotion physique, par A. ROBINET (1958, p. 6-XXII-228) 18,00 NF
XVII-1*	Pièces jointes et Écrits divers, par A. CUVILLIER, A. ROBINET, P. COSTABEL (p. 688) contenant l'édition critique des Lois de la Communication des mouvements 62,71 NF
XVII-2	Mathematica, par P. COSTABEL (en préparation).
XVIII*	Correspondance et actes (1638-1689), par A. ROBINET (sous presse, parution Printemps 1961) 51,90 NF
XIX*	Correspondance et actes (1690-1715), par A. ROBINET (sous presse, parution Printemps 1961) 58,20 NF
XX	Documents biographiques et bibliographiques, par A. ROBINET (en préparation).